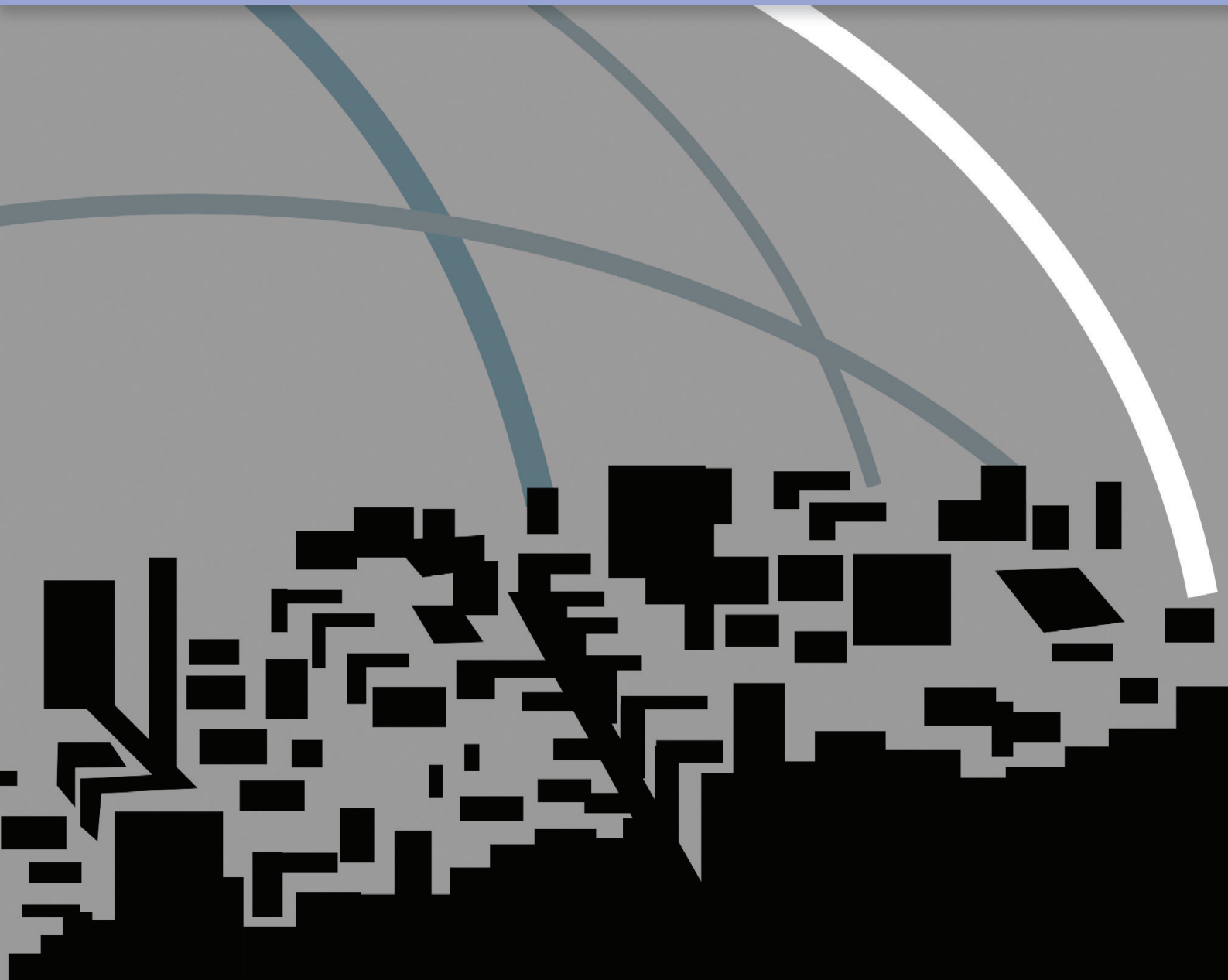


# Keski-Suomen ympäristöanalyysi -loppuraportti

Hannu Onkila, Jyrki Tenhunen, Asta Korppinen ja  
Jenni Hiekkavirta





KESKI-SUOMEN YMPÄRISTÖKESKUKSEN  
RAPORTTEJA 6 | 2008

# Keski-Suomen ympäristöanalyysi -loppuraportti

Hannu Onkila, Jyrki Tenhunen, Asta Korppinen ja Jenni Hiekkavirta

Jyväskylä 2008

Keski-Suomen ympäristökeskus



KESKI-SUOMEN YMPÄRISTÖKESKUKSEN RAPORTTEJA 6 | 2008  
Keski-Suomen ympäristökeskus  
Tutkimus ja kehittäminen

Taitto: Jan Lustig  
Kansikuva: Jan Lustig

Julkaisu on saatavana myös internetistä:  
[www.ymparisto.fi/julkaisut](http://www.ymparisto.fi/julkaisut)

Edita Prima Oy, Helsinki 2008

ISBN 978-952-11-3296-4 (nid.)  
ISBN 978-952-11-3297-1 (PDF)  
ISSN 1796-1890 (pain.)  
ISSN 1796-1904 (verkkokj.)

## SISÄLTÖ

<b>1 Johdanto .....</b>	<b>5</b>
<b>2 Ympäristökuormitus toimintosektoreittain Keski-Suomessa .....</b>	<b>6</b>
2.1 Päästöinventaarion tavoite ja tiedon kerääminen.....	
2.2 Maatalous .....	6
2.2.1 Maatalouden rakenne Keski-Suomessa.....	6
2.2.2 Maatalouden vesistökuormitus .....	7
2.2.3 Maatalouden päästöt ilmaan .....	9
2.3 Metsätalous .....	10
2.3.1 Keski-Suomen metsätalousmaa.....	10
2.3.2 Metsätalouden vesistökuormitus.....	11
2.3.3 Metsätyökoneiden päästöt .....	12
2.4 Kalankasvatus .....	12
2.5 Turvetuotanto .....	12
2.5.1 Turvetuotannon vesistövaikutukset.....	13
2.5.2 Turvetuotannon päästöt ilmaan.....	13
2.6 Maa-ainesten otto.....	14
2.7 Teollisuus.....	14
2.7.1 Teollisuuden energiantuotanto .....	15
2.7.2 Teollisuuden energiankulutus.....	16
2.7.3 Teollisuuden päästöt ilmaan .....	18
2.7.4 Teollisuuden jätevesipäästöt .....	19
2.7.5 Teollisuuden jätteet.....	19
2.8 Yhdyskunnat.....	20
2.8.1 Yhdyskuntien energiantuotanto ja -kulutus.....	20
2.8.2 Yhdyskuntien sähkön ja keskitetyn lämmöntuotannon päästöt ..	21
2.8.3 Talokohtaisen lämmityksen päästöt .....	21
2.8.4 Loma-asutuksen lämmityksen päästöt .....	22
2.8.5 Yhdyskuntajätevedet.....	24
2.8.6 Yhdyskuntajätteet .....	25
2.8.7 Ruohonleikkureiden päästöt.....	25
2.8.8 Yhteenveto yhdyskuntien päästöistä.....	26
2.9 Liikenne .....	26
2.9.1 Liikenteen yleiskuvaus .....	26
2.9.2 Liikenteen kuormituksen laskenta .....	27
2.9.3 Tieliikenne .....	27
2.9.4 Raideliikenne .....	29
2.9.5 Vesiliikenne .....	30
2.9.6 Ilmaliikenne .....	31
2.9.7 Liikennemuodot yhteensä.....	32
2.10 Inventaarion kokonaistulokset .....	33

<b>3 Keski-Suomen ympäristöongelmien arvottaminen .....</b>	<b>35</b>
3.1 Aineisto ja menetelmät.....	35
3.1.1 Tutkimus osana Keski-Suomen ympäristöanalyysia .....	35
3.1.2 Kyselyn toteutus .....	36
3.1.3 Tutkimuksen kohderyhmä.....	39
3.1.4 Aineiston kerääminen.....	39
3.1.5 Tulosten käsittely .....	40
3.1.6 Menetelmän ja otannan arviointia .....	40
3.2 Tulokset .....	41
3.2.1 Vastaajien taustatiedot .....	41
3.2.2 Ympäristöongelmien arvottaminen.....	41
3.2.3 Vastaajaryhmien väliset erot arvottamisessa .....	42
3.2.4 Muut mainitut ympäristöongelmat .....	43
<b>4 Keski-Suomen ympäristöön vaikuttavien tekijöiden mallintaminen ja vaikutusten arviointi.....</b>	<b>44</b>
4.1 Ympäristövaikutusten mallintaminen.....	45
4.1.1 Keski-Suomen toimintojen jäsentely .....	47
4.1.2 Kuormitustietojen inventaario .....	47
4.1.3 Kuormitustietojen luokittelu.....	48
4.1.4 Kuormitustietojen karakterisointi .....	49
4.1.5 Vaikutusluokkien arvottaminen .....	52
4.1.6 Kokonaisvaikutusten laskenta .....	54
4.2 Vaikutusarvioinnin tulokset.....	55
<b>5 Tulosten tarkastelu .....</b>	<b>59</b>
5.1 Yleistä .....	59
5.2 Keski-Suomen merkittävimpinä pidettyjen ympäristöongelmien aiheuttajat. ....	60
5.2.1 Vesistöjen rehevöityminen.....	60
5.2.2 Ilmastomuutos.....	62
5.2.3 Maaperän ja vesivarojen paikallinen pilaantuminen .....	63
5.2.4 Maankäytön muutoksista aiheutuva luonnon monimuotoisuuden väheneminen.....	64
5.2.5 Alailmakehän otsonin muodostuminen.....	65
<b>6 Yhteenveto.....</b>	<b>67</b>

## Lähteet

# 1 Johdanto

Viimeksi kuluneet vuosikymmenet ovat olleet ympäristönsuojelun voimakkaan kehittymisen aikaa. Yleisen ympäristötietoisuuden kohenemisen myötä hyvästä ympäristöstä on tullut taloudellisen ja sosiaalisen hyvinvoinnin kaltainen arvo, jonka myötä ympäristönäkökulma sisältyy yhä keskeisemmin kaikeen toimintaan. Positiivisesta kehityksestä huolimatta ihmistoimintojen haittavaikutuksia ympäristöön tulee vähentää edelleen tuntuvasti. Useat ympäristönsuojelun saralla aikaansaadut parannukset peittyvät kasvavan kulutuksen alle, mikä vaarantaa elinkelpoisen ja viihtyisän ympäristön. Yksi keskeisimmistä ympäristönsuojelun kysymyksistä on, mihin ihmistoimintoihin huomio ja toimenpiteet tulisi keskittää, jotta ne palvelisivat mahdollisimman tehokkaasti ympäristötavoitteita. Ensisijaisesti tähän kysymykseen etsittiin vastauksia käsillä olevassa Keski-Suomen maakunnallisessa ympäristöanalyysissa.

Analyysissä sovellettiin valtion ympäristöhallinnossa kehitettyä systemaattista menetelmää, joka kehitettiin selvittäessä Etelä-Savon maakunnan ympäristökuorimitusta 1990-luvun lopulla (Tenhunen ja Seppälä 2000). Menetelmää on sen jälkeen käytetty muun muassa Kymenlaakson maakunnan ympäristöindikaattoreiden valinnassa ECOREG -tutkimushankkeessa (Tenhunen ym. 2004), Lounais-Suomen ja Uudenmaan ympäristöohjelmia laadittaessa sekä Pohjois-Karjalan ympäristön tilaa arvioitaessa. Tämä loppuraportti on laadittu Koskelan (2004) toimittaman Kymenlaakson alueellisen ympäristöanalyysin raportin rakennetta mukaillen. Keskeinen ajatus on ollut hyödyntää olemassa oleva esitystapa ja muuttaa sisältö kuvaamaan Keski-Suomen tilannetta 2000-luvun alun vuosina.

Eri toimintosektoreilla, kuten liikenteestä, teollisuudesta tai maa- ja metsätaloudesta syntyvien päästöjen ja ympäristöongelmien yhteyksiä tutkittaessa hyödynnettiin elinkaarimalleissa käytettyjä laskentatapoja. Menetelmällä ei voitu todentaa ihmisen toiminnasta ympäristölle aiheutuvia riskejä absoluuttisesti, mutta sen avulla voitiin arvioida riskien suhteellisia osuuksia ja päästöjen vaikutuksia keskeisimmiksi todettuihin ongelmiin. Työn keskeisiä elementtejä olivat päästötiedon inventaario, ympäristöongelmien arvottamiskysely, vaikutusten arviointi ja asiantuntija-arviot.

Analyysin tulokset luovat perustan kesällä 2008 käynnistyneelle Keski-Suomen ympäristöohjelmatyölle. Vuoteen 2015 ulottuvassa ympäristöohjelmassa kuvataan maakunnan ympäristönsuojelun ajankohtaiset haasteet ja etsitään keinoja niiden ratkaisemiseksi.

Ympäristöanalyysi tehtiin vuosien 2006 ja 2007 aikana Keski-Suomen ympäristökeskuksen johdolla yhteistyössä Suomen ympäristökeskuksen ja maakunnallisten sidosryhmien kanssa. Työtä rahoittivat Keski-Suomen liitto ja Keski-Suomen ympäristökeskus.

## 2 Ympäristökuormitus toimintosektoreittain Keski-Suomessa

### 2.1

#### **Päästöinventaarion tavoite ja tiedon kerääminen**

Päästötiedon inventoinnin tavoite oli selvittää Keski-Suomen maakunnan alueella syntyneet päästöt 2000 -luvun alkuun sijoittuvan tarkasteluvuoden ajalta. Inventaarioon valittiin tuorein inventointihetkellä saatu käyttökelpoinen tieto, joka löytyi pääsääntöisesti vuodelta 2005 ja joissain tapauksissa vuosilta 2003 tai 2004. Päästötietoa hankittiin niistä kuormitustekijöistä, jotka sisältyivät SYKEN kehittämään vaikutusarviointimalliin. Otsonia tuhoavia yhdisteitä ei arvioitu niistä saatavan vähäisen tiedon ja niiden vähentyneen käytön vuoksi.

Inventaariossa ei käsitelty maakunnan rajat ylittäviin energia ja materiaalivirtoihin (tuonti ja vienti) liittyviä päästöjä. Näin ollen maakuntaan tuodun aineen tai energian tuottamisesta muualle syntyneet päästöt eivät sisälly Keski-Suomen päästötaseeseen. Vastaavasti Keski-Suomesta ulos vietyjen hyödykkeiden tuottamisesta aiheutuneita päästöjä ei ole huomioitu. Viennin ja tuonnin puuttuminen tarkastelusta tulee ottaa mahdollisuuksien mukaan huomioon tulosten tulkinnassa.

Päästötiedot hankittiin pääasiassa julkisista tilastolähteistä, kuten tilastokeskuksesta, valtion ympäristöhallinnon VAHTI-rekisteristä ja VTT:n Lipasto -liikenteen päästölaskentajärjestelmästä. Osa tiedoista saatiin yhdistyksiltä ja järjestöiltä. Päästöjä jouduttiin arvioimaan myös laskennallisesti silloin, kun tilastot eivät olleet suoraan sovellettavissa käyttötarkoitukseen. Päästötiedon lähde ja mahdolliset arviointitavat on esitetty alla kunkin toimintosektorin laskentaa kuvaavissa luvuissa.

### 2.2

#### **Maatalous**

##### 2.2.1

#### **Maatalouden rakenne Keski-Suomessa**

Maidon- ja viljantuotannolla on merkittävä asema Keski-Suomen maataloudessa. Vuonna 2005 alueen maataloista hieman yli neljännes (28,0 %) oli suuntautunut lypsykarjatalouteen ja noin kolmannes (30,6 %) viljanviljelyyn. Muut merkittävimmät tuotantosunnat olivat nautakarjatalous (12,3 %) ja puutarhakasvien viljelyn ulkopuolinen kasvintuotanto (mm. heinät, peruna) (13,6 %).

Vuonna 2005 Keski-Suomessa oli käytössä olevaa pelto- ja puutarhamaata yhteensä noin 95 660 hehtaaria (sisältäen viljellyn peltoalan, kesannot alle 20 vuotta, nurmet yli 5 vuotta, monivuotiset puutarhakasvit, kasvihuoneviljely, kotitarvepuutarhat sekä viljelemättömän peltoalan). Tilaa kohti laskettuna keskimääräinen pelto- ja puutarhapinta-ala oli noin 26,7 hehtaaria. (TIKE 2006a). Vuonna 2005 luonnonmukaisen tuotannon valvontaan kuuluvia viljelmiä oli 4 595 hehtaaria eli noin 4,8 prosenttia kokonaistuotantoalasta (Evira 2006). Keski-Suomen maatalouden päätuotteet on esitetty taulukossa 1.



Taulukko 1. Keski-Suomen maatalouden päätuotteet 2000-luvun alussa

Peltoviljely2003 <sup>(1)</sup>	(milj. kg)	Kotieläintuotanto2005 <sup>(2)</sup>	(ruhopaino t)	Puutarhatuotanto2003 <sup>(3)</sup>	(t)
Ohra	39,6	Hieho	580,8	Kasvihuoneviljely:	
Kaura	46,9	Lehmä	1 359,8	Vihannekset	708,4
Vehnä	3,1	Sonni	3 386,3	Ruukkuvihannekset (1000 kpl)	
Ruis	0,9	Lammas	31,5		
Nurmet (yht.)	478,3	Sika	2 977,9	Avomaanviljely:	
Peruna	3,3			Vihannekset	1175,2
Sokerijuurikas	0,3			Marjat	657,0
Rypsi ja rapsi	1,0				

(1) Tike:n maataloustilastotiedote 2004, tiedot vuodelta 2003

Viljat sisältävät leipäviljan ja rehuviljan.

Nurmet sisältävät tuorerehun, säilörehun, kuivaheinän ja siemenheinän.

(2) MMM:n tietopalvelukeskuksesta tilattu tieto, tiedot vuodelta 2005

(3) Puutarhayritysrekisteri 2003

Vuonna 2003 Keski-Suomen TE-keskuksen alueella toimi 64 kasvihuoneyritystä, mikä on noin 2,7 prosenttia Suomen kasvihuoneiden kokonaismäärästä. Kasvihuoneetuotannon pinta-ala oli noin 11,7 ha, mikä vastaa noin 2,4 % osuutta koko maan kasvihuoneetuotannon pinta-alasta. Avomaanviljelmien määrä oli 264 kpl ja viljelmien kokonaispinta-ala 527 ha eli noin 3,0 % koko maan avomaantuotannon pinta-alasta. (Puutarhayritysrekisteri 2003).

Jyväskylän yliopiston tekemän tutkimuksen mukaan 42 prosenttia keski-suomalaisista tiloista harjoittaa maa- ja metsätalouden ohella sivu- tai liitännäiselinkeinoja. Monialaisen yritystoiminnan harjoittaminen perinteisen maatalouden rinnalla näyttäisi lisääntyvän tulevaisuudessakin etenkin kasvinviljelytiloilla. Perusmaatalouden tuotanto keskittyy ja teollistuu, jolloin tilojen koko kasvavaa ja lukumäärä vähenee. Yleisimpiä maatilatalouden rinnalla harjoitettavia yritystoiminnan muotoja ovat muun muassa koneurakointi, polttopuun myynti, maatilamatkailu, puu ja metsäalan urakointi, maataloustuotteiden suoramyynti, hevosyrittäjäyys, koneiden korjaus ja huolto sekä sahaustoiminta. Tulevaisuudessa kasvussa ovat erityisesti polttopuun myynti, maatilamatkailu, bioenergian tuotanto, maataloustuotteiden suoramyynti, pitopalvelu ja elintarvikkeiden jatkojalostus. (Niemelä, Heikkilä & Meriläinen, 2005).

## 2.2.2

### Maatalouden vesistökuormitus

Maatalouden aiheuttama vesistöjen ravinnekuormitus muodostuu muun muassa peltoviljelyyn, lannan käsittelyyn ja varastoinnin, säilörehun käsittelyyn (puristenesteet) ja maitohuoneiden pesuvesien aiheuttamasta fosfori- ja typpihuuhtoumasta. Näiden lähteiden vesistökuormitus on arvioitu asiantuntijalausuntojen, maa- ja metsätalousministeriön tietopalvelukeskuksen (TIKE) maatilarekisterin tulosten ja ympäristöministeriön ohjeen kotieläintalouden ympäristönsuojelusta perusteella.

Keski-Suomen viljelty peltoala oli vuonna 2005 yhteensä 81 175 hehtaaria (TIKE 2006a). Peltoviljelyn 2000-luvun alun vesistökuormitukseksi on arvioitu eri yhteyksissä tehtyjen maakunnallisten laskelmien perusteella noin 1 001,3 - 1 617,0 tonnia typpeä ja 71,8 - 96,3 tonnia fosforia vuodessa. Hajonta arvioissa johtuu muun muassa eroista laskentatavoista ja -ajankohdassa. Viimeksi Keski-Suomen peltoviljelyn kuormitusta on tarkasteltu Vesiensuojelun tavoitteiden toteutuminen vuoteen 2005 -julkaisun käsikirjoituksessa, jossa kuormitukseksi on saatu 92,0 t fosforia ja 923,0 t typpeä vuodessa (Selänne 2007).

Suomen kasvihuoneetuotannon pinta-alan tarve on vähäinen ja sen osuus koko maan maatalouden on vähäinen. Vuonna 2002 julkaistun tutkimustuloksen mukaan kasvihuonehehtaarialta arvioidaan pääsevän maahan tai suoraan vesiin 180 kg typpeä

ja 50 kg fosforia vuodessa (Grönroos ja Nikander 2002). Keski-Suomessa vuonna 2003 viljeltyyn kasvihuonepinta-alaan (11,7 ha, Puutarhayritysrekisteri 2003) suhteutettuna tuotannon vesistökuormitukseksi saadaan 1,05 tonnia typpeä ja 0,29 tonnia fosforia olettaen, että puolet kasvihuonetuotannon ravinnekuormituksesta päätyy vesiin.

Kotieläinten tuottaman lannan ravinnemäärät on laskettu eläinkohtaisten ker-toimien ja eläinten lukumäärän tulona. Kertoimet kuvaavat yhden eläimen vuoden aikana tuottaman ravinteen määrän lannassa (esim. lypsylehmä, typpeä kg/vuo-si). Keski-Suomen kotieläinten vuonna 2005 tuottamassa lannassa oli ympäristömi-nisteriön kertoimia käyttäen fosforia noin 581,5 t (Ympäristöministeriö 2001, TIKE 2006a) ja typpeä 3512,3 t (Ympäristöministeriö 1998a, TIKE 2006a), josta haihtuvan ammoniakkin osuudeksi on arvioitu 960,3 t. Haihtuvan ammoniakkin osuuden on arvioitu olevan Kymenlaakson ympäristöanalyysissä esitetyn tavoin 27,34 % lannan kokonaistypestä (Koskela 2004). Vesistöihin arvioidaan päätyvän noin 102,1 t (4 %) lannan typestä (ei sisällä haihtuvan ammoniakkin osuutta) ja noin 8,7 t (1,5 %) fosfo-rista (Selänne 2006).

Vuonna 2004 säilörehua tehtiin Keski-Suomen alueella 370 400 tonnia (TIKE 2004), josta esikuivattuna noin 75 % (Kyntäjä 2006). Kun säilörehun puristenestettä kertyy vähintään 0,15 m<sup>3</sup>/rehutonni ja esikuivatetusta rehusta 0,05 m<sup>3</sup>/rehutonni (Ympäris-töministeriö 1998), Keski-Suomessa syntyvän puristenesteen määräksi saadaan noin 27 780 m<sup>3</sup>. Puristenesteestä noin 9 472 m<sup>3</sup> arvioidaan pääsevän muun muassa puut-teellisen nesteen talteenoton vuoksi maastoon (Palva, Rankinen, Granlund, Grön-roos, Nikander & Rekolainen 2001), mistä edelleen vesiin joutuvan nesteen määrän arvioidaan olevan noin 15 - 20 % eli noin 1 660 m<sup>3</sup> (Selänne 2006). Säilörehun valmis-tuksen ravinnekuormitus vesiin on määritetty puristenesteiden ja maitohuonevesien kuormitusten arvioimiseksi rakennetulla mallilla (Grönroos 2006). Mallia käyttäen Keski-Suomen alueen puristenesteiden ravinnekuormitukseksi vesiin saadaan noin 0,83 t fosforia ja noin 1,66 t typpeä vuonna 2004.

Keski-Suomen alueella on noin 1000 maitotilaa (TIKE 2006a). Maitohuoneessa syntyy jätevesiä keskimäärin 0,4 m<sup>3</sup> vuorokaudessa (Ympäristöministeriö 1998), joten pesuve-siä Keski-Suomessa kertyy yhteensä noin 147 000 m<sup>3</sup>/a, josta arviolta 15 - 20 % joutuu vesiin (Valio 1998, Selänne 2006). Edellä mainittua mallia käyttäen Keski-Suomen maitohuoneiden pesuvesistä vuonna 2005 aiheutunut fosforihuuhtouma oli noin 1,11 t ja typpiuhuhtouma noin 0,49 t (Grönroos 2006). Mallilla arvioitu maitohuoneiden jätevesistä ja säilörehun puristenesteistä aiheutunut biologinen hapenkulutus (BOD) on esitetty taulukossa 2.

Maataloudesta aiheutuvaa kokonaishuuhtoumaa on arvioitu edellä kuvattujen osa-tekijöiden lisäksi myös ympäristöhallinnon VEPS-mallilla (taulukko 2). Vesistökuor-mituksen arviointi- ja hallintajärjestelmällä (VEPS) saadaan tietoa vesistökuormituk-sen määrästä, sen jakautumisesta eri kuormittajien välillä ja kuormituksen ajallisesta muutoksesta. VEPS -malli ottaa huomioon vain pelloilta aiheutuvan huuhtouman jättäen muusta maataloudesta aiheutuvan kuormituksen huomiotta, mistä huolimatta mallin kuormitusarvio ylittää eli päästölähteistä lasketun kuormitussumman (tau-lukko 2). Koska kuormitussumman voidaan olettaa olevan hienoinen aliarvio maa-kunnan kokonaiskuormituksesta, Keski-Suomen maatalouden kokonaiskuormitusta valittiin edustamaan VEPS -mallin kuormitusluku. Kuormitussumman huomioon ottaen VEPS-mallin tuloksen voidaan olettaa kuvaavan tarkoitusta varten riittävän hyvin maataloudesta aiheutuvaa vesistökuormitusta.

Taulukko 2. Keski-Suomen maatalouden vesistökuormitus 2000-luvun alussa. Tiedon lähde ja vuosi on mainittu yllä olevassa tekstissä.

Päästölähde	Fosfori (t/a)	Typpi (t/a)	BOD(t/a)
Peltoviljely (eri yhteyksissä ilmoitettujen kuormitusmäärien keskiarvo)	84,05	1309,15	
Kasvihuoneutuotanto (v.2003)	0,29	1,05	
Lannan käsittelyyn liittyvät suorat päästöt (2005)	8,70	102,10	
Säilörehun puristeneet (2004)	0,83	1,66	39,78
Maitohuoneiden pesuvedet (2005)	1,11	0,49	9,47
Osatekijät yhteensä	94,98	1414,45	49,25
Maatalouden huuhtouma vesistöihin	96,30	1617,00	
(VEPS-malli, vuoden 2002 tiedot, vain pelloilta huuhtoutuvat ravinteet)			

### 2.2.3

## Maatalouden päästöt ilmaan

Maatalouden päästöt ilmaan aiheutuvat peltojen lannoituksesta, lannan käsittelystä, kotieläinten ruoansulatuksesta, maatalouskoneista ja maaperästä suoraan tai epäsuorasti. Lisäksi maataloudessa käytettävän energian tuotannosta aiheutuu päästöjä ilmaan, mitä käsitellään tämän työn yhdyskunnat -osiossa luvussa 2.8.3.

Maatalous aiheuttaa kasvihuonekaasujen, kuten hiilidioksidin (CO<sub>2</sub>), metaanin (CH<sub>4</sub>) ja dityppioksidin (N<sub>2</sub>O) päästöjä ilmakehään. Hiilidioksidia vapautuu maaperästä suoraan esimerkiksi kalkituksen ja maan muokkauksen yhteydessä, metaania kotieläinten ruoansulatuksesta sekä lannan käsittelystä. Dityppioksidia vapautuu sekä lannan käsittelyssä että maaperästä suoraan tai epäsuoraan. Maaperästä suoraan vapautumisella tarkoitetaan päästöjä, jotka aiheutuvat lannoitteista, lannan levityksestä, lietteistä, suopelloista, biologisesta typensidonnasta tai niittojäännöksestä. Maaperän epäsuorilla päästöillä tarkoitetaan huuhtoumasta ja laskeumasta aiheutuneita päästöjä.

Maataloudesta aiheutuvat kasvihuonekaasupäästöt on laskettu YK:n ilmastoso-pimuksen velvoittamassa valtakunnallisessa kasvihuonekaasuinventaariossa käytetyillä menetelmillä hallitusten välisen ilmastopaneelin (IPPC) ohjeita soveltaen (Perälä 2007) (liite 1). Laskennassa tarvittavat aktiviteettitiedot on kerätty seuraavista lähteistä: maa- ja metsätalousministeriön tietopalvelukeskuksen TIKE:n julkaisusta, Kemira Agro Oy:ltä, Kalkitusyhdistykseltä, Keski-Suomen TE-keskuksesta, Suomen turkiseläinten kasvattajain liitto ry:stä, Metsätilastollisesta vuosikirjasta sekä Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskukselta. Mallilaskennan suoritti tutkija Paula Perälä Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskuksesta. Tulokset Keski-Suomen alueen maatalouden kasvihuonekaasupäästöistä on esitetty taulukossa 3. Tulokset eivät sisällä alla esiteltyjä työkoneiden päästöjä tai tuotantorakennusten lämmityksestä aiheutuvia päästöjä.

Lannoitteista ilmaan vapautuvan ammoniakkin (NH<sub>3</sub>) päästömääriin vaikuttaa lannoitustapa. Nurmilla käytetään yleisesti pintalannoitusta ja muilla kasveilla niin sanottu sijoituslannoitusta. Haihtuvan typen määräksi on arvioitu pintaan levitetävien lannoitteiden osalta 1 % ja sijoitettavien osalta 0,5 % (Grönroos, Nikander, Syri, Rekolainen & Ekqvist 1998, IPCC 1995, Pipatti 1997). Pintaan levitettävien typpilannoitteiden osuus on noin 40 % (Laitinen 2006). Lannoitusvuonna 2004/2005 Keski-Suomessa levitettiin peltoon väkilannoitteissa 4 996 t typpeä (Kemira Agro Oy), jolloin Keski-Suomen alueen peltoviljelyn ammoniakkipäästöiksi saadaan noin 34,97 t (Taulukko 3).

Kotieläinten lannasta ja virtsasta vapautuva ammoniakkin laskenta on esitetty edellisessä luvussa vesistökuormituksen yhteydessä. Keski-Suomen kotieläinten vuonna 2005 tuottamassa lannassa oli ympäristöministeriön kertoimia käyttäen typpeä 3512,3 t, josta haihtuvan ammoniakkin osuudeksi on arvioitu 960,3 t (Ympäristöministeriö 1998, TIKE 2006, Koskela 2004).

Keski-Suomen maatalouskoneiden päästöt ilmaan on arvioitu valtakunnallisista maatalouskoneiden päästöistä siten, että valtakunnalliset päästöt on jaettu Keski-Suomen työkoneiden lukumäärien suhteessa. Maatalouskoneiden koko Suomea koskevat päästöt vuodelle 2000 on saatu Tyko 1999 -tutkimuksesta (VTT 2006a). Vuonna 2000 Keski-Suomen maataloilla oli käytössä 7 546 traktoria, mikä oli 4,4 % koko maan traktorikannasta. Leikkuupuimureita alueella oli 1 342 kappaletta, joka on 3,9 prosenttia koko maan leikkuupuimurikannasta (TIKE 2006 b). Keski-Suomen maatalouskoneiden päästöt ilmaan on esitetty yhdistettään taulukossa 3.

Taulukko 3. Keski-Suomen maatalouden päästöt ilmaan 2000-luvun alussa. Tiedon lähde ja lähdevuosi on mainittu yllä olevassa tekstissä.

Päästölähde	Päästöt ilmaan (t/a)								
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	NO <sub>x</sub>	SO <sub>2</sub>	Hiukk.	CO	NMHC	NH <sub>3</sub>
Maaperä suora	197 800,0		220,0						35,0
Maaperä epäsuora			70,0						
Lannan käsittely		510,0	50,0						960,3
Kotieläinten ruoansulatus		4 000,0							
Maataloustraktorit	33 164,0	1,6	0,9	400,0	7,3	43,9	188,2	66,6	
Leikkuupuimurit	1 915,2	0,1	<0,1	22,3	0,4	2,2	10,2	3,6	
Yhteensä	232 879,2	4 511,7	340,9	422,3	7,7	46,1	198,4	70,2	995,3

## 2.3

### Metsätalous

#### 2.3.1

#### Keski-Suomen metsätalousmaa

Metsäntutkimuslaitos (Metla) ylläpitää valtakunnan metsien inventointijärjestelmää, jolla seurataan metsävarojen ja metsien laadun kehitystä kunnittain koko Suomen alueella. Inventointi tehdään niin sanottuna monilähdeinventointina, joka perustuu muun muassa maastoaineistoon ja satelliittikuvatulkintaan. Viimeksi valmistuneessa 9. valtakunnan metsien inventoinnissa (VMI 9, v. 1996-2003) Keski-Suomen kokonaismaa-alasta oli 86 % metsätalousmaata, joka jaettiin edelleen metsä-, kitu-, joutomaahan ja varastoalueisiin, teihin yms. alueisiin (taulukko 4). Keski-Suomen metsätalouden puuston kokonaistilavuus oli 47,1 milj. m<sup>3</sup>, mikä tekee hehtaaria kohden laskettuna keskimäärin 123,0 m<sup>3</sup> (ei sisällä joutomaata). (Peltola toim. 2005).

Taulukko 4. Keski-Suomen kokonaismaa-ala ja metsätalouden pinta-ala maatyypeittäin. (Peltola toim. 2005).

Keski-Suomi	Pinta-ala (1000 ha)
Kokonaismaa-ala	1658
Metsätalousmaa	1424
- metsämaa	1361
- kitumaa	36
- joutomaa	15
- tiet, varastot ym.	13

## Markkinahakkuut

Keski-Suomen metsäkeskuksen alueella yksityismetsien markkinahakkuissa vuonna 2004 korjattiin 4,45 milj. m<sup>3</sup> puuta (Peltola toim. 2005). Osuus on noin 85,6 prosenttia koko maakunnan metsähakkuista. Hakkuumäärät omistajaryhmittäin ja hakkuualat hakkuutyypeittäin on esitetty taulukossa 5.

Taulukko 5. Keski-Suomen markkinahakkuut omistajaryhmittäin ja hakkuupinta-alat hakkuutyypeittäin vuonna 2004.

Metsänomistaja	Hakkuumäärä (m <sup>3</sup> )	Hakkuutyyppi	Hakkuupinta-ala (ha)
Yksityiset	4 447 000	Kasvatushakkuut	35 072
Metsäteollisuusyhtiöt	467 000	Uudistushakkuut	14 719
Metsähallitus	282 000	Muut hakkuut (esim. tie- ja ojalinjat sekä pellon raivaus)	1 094
<b>Yhteensä</b>	<b>5 196 000</b>	<b>Yhteensä</b>	<b>50 885</b>

## Metsien kasvatusta ja lannoitus

Vuonna 2005 Keski-Suomessa istutettiin noin 14 400 000 puun tainta. Luvussa ovat mukana niin yksityismetsiin kuin valtion maille istutetut taimet. Jakamalla taimimäärä keskimääräisellä istutustiheydellä 1 800 kappaletta hehtaarille saadaan arvioksi kokonaisistutusalaista noin 8 000 hehtaaria (Kaipainen 2006).

Kemira Agro Oy:n mukaan lannoitevuonna 2004-2005 Keski-Suomen alueelle myytiin 111,6 tonnia metsälannoitetta, joista noin 58 prosenttia oli typpeä ja noin 16 prosenttia fosforia. Keski-Suomessa lannoitteita levitettiin 1 600 hehtaarille, mikä on noin 7,3 prosenttia koko maan metsälannoitetusta alasta (Peltola 2005). Metsälannoitusten oletetaan lisääntyvän lähivuosina.

### 2.3.2

## Metsätalouden vesistökuormitus

Metsätalouden ympäristövaikutukset ovat ajallisesti ja paikallisesti hyvin vaihtelevia ja näin ollen vaikeasti arvioitavia. Vaikutuksista osa on paikallisia ja vähäisiä osan ollessa kumuloituvia, laaja-alaisia ja pitkäaikaisia. Vaikutusten kesto riippuu itse toimenpiteistä (laajuus, menetelmä ja sen intensiteetti) kuin myös alueen ympäristöllisistä ominaispiirteistä (topografia, maalajit, ilmasto/hydrologia, kasvillisuus). Muun muassa vaikutusten pitkäkestoisuuden vuoksi valuma-alueen toimenpidehistoria tulisi tuntea jopa vuosikymmenten ajalta. Kattavaa tietoa on usein vaikea saada, koska kaikki huuhtoutumiin merkittävästikin vaikuttavat toimenpiteet eivät kuulu tilastoinnin piiriin.

Metsätalouden aiheuttamia vesistöhuuhtoumia voidaan suurpiirteisesti arvioida eri lähteiden ja erilaisten laskutapojen avulla. Kymenlaakson ympäristöanalyysissä, jossa annettuun esimerkkiin tämä työ pohjautuu, vesistövaikutuksia selvitettiin viidellä eri lähestymistavalla, joista kuormitusta kuvaamaan valittiin VEPS-malli. Koska eri lähteistä saadut arviot olivat Kymenlaakson kuormituslukujen osalta samansuuntaisia, eikä monilähdearvioinnista voida olettaa olevan merkittävää lisähyötyä, tässä työssä päädyttiin kuormitusta arvioimaan ainoastaan ympäristöhallinnon VEPS-mallilla.

Keski-Suomen alueella metsämaalta arvioidaan huuhtoutuvan kokonaisfosforia 9,7 kg/km<sup>2</sup>/a ja kokonaistyppeä 210 kg/km<sup>2</sup>/a (Saukkonen ja Kortelainen 1995). Luvut kuvaavat vesistöihin kohdistuvaa potentiaalista kuormitusta ja sisältävät metsämaalle tulevan laskeuman, luonnonhuuhtouman ja metsätaloustoimenpiteiden aiheuttaman lisäkuormituksen. Näiden pinta-alakohtaisten kertoimien avulla laskettuna Keski-Suomen alueen metsämaan (13 610 km<sup>2</sup>) vesistöön aiheuttama potentiaalinen kokonaisfosforikuormitus on 132,0 t/a ja kokonaistyyppikuormitus 2858,1 t/a. VEPS-mallin mukaan metsätaloudellisista toimenpiteistä aiheutuva lisäkuormitus Keski-Suomen alueella on

15,48 t/a fosforia ja 250,39 t/a typpeä. Metsätalouden kuormitus arvioitiin laskemalla maakunnan alueelle osittain tai kokonaan sijoittuvien 3. jakovaiheen vesistöalueiden (376 kpl) metsätaloudellisista toimenpiteistä aiheutuva kuormitussumma.

### 2.3.3

## Metsätyökoneiden päästöt

Vuonna 2004 Suomessa arvioitiin olevan 5 000 ammattikäytössä olevaa moottorisahaa, 2 074 hakkuukonetta (motoa) ja 2 497 metsätraktoria (VTT 2006a). Koneiden määrätietoja käytettiin hyväksi Keski-Suomessa syntyneiden metsätyökoneiden päästöjen arvioinnissa suhteuttamalla alueen vuoden 2004 hakkuumäärät koko maan hakkuumäärätietoihin ja käyttäen päästöjen laskennassa Tyko 1999 -tutkimuksen koko maan metsätyökoneiden vuoden 2004 päästöarvoja (VTT 2006a). Metsätyökoneista syntyviä päästöjä syntyy muun muassa hakkuissa ja puutavaran kuljetuksissa (hakkuupaikoilta teiden varsille).

Peltolan (2005) mukaan Keski-Suomen markkinahakkuiden osuus (5 197 000 m<sup>3</sup>) koko Suomen markkinahakkuista (55 051 000 m<sup>3</sup>) vuonna 2004 oli noin 9,4 %. Näin ollen Suomen metsätyökoneiden päästöistä noin 9,4 % voidaan olettaa syntyneen Keski-Suomessa, jolloin päästöiksi saadaan taulukossa 6 esitetyt arviot.

Taulukko 6. Arvio Keski-Suomessa käytettyjen metsätyökoneiden päästöistä vuonna 2004. Tulokset perustuvat Tyko 1999 tutkimukseen ja hakkuuperustaiseen arvioon Keski-Suomen metsätyökoneiden käytön osuudesta koko maan työkoneiden käytöstä.

Työkone	Päästöt ilmaan t/a							
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	NO <sub>x</sub>	SO <sub>2</sub>	Hiukk.	CO	NMHC
Moottorisahat (ammattikäyttö)	1 416,9	-	0,6	-	4,9	494,9		
	2,6							
	169,7							
Hakkuukoneet (Moto)	14 890,7	0,8	0,4	140,4	6,5	8,4	82,8	22,1
Metsätraktorit	10 452,5	0,6	0,3	113,2	4,6	8,7	59,7	17,3
Yhteensä	26 760,1	4,0	0,7	254,3	11,2	22,0	637,5	209,2

### 2.4

## Kalankasvatus

Keski-Suomen alueella oli vuonna 2005 kahdeksan ruokakalalaitosta, 12 poikaslaitosta ja 62 luonnonravintolammikkoyritystä (RKTL 2006). Ympäristöhallinnon VAHTI-tietokannan tiedot kalanviljelylaitoksien jakautumisesta laitostyyppien välillä poikkeaa Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen tiedoista. Vuonna 2005 kaikkien maakunnan alueella sijaitsevien kalankasvatuslaitosten kalojen lisäkasvu oli 617 570 kiloa, joka saavutettiin 612 592 kilon kuivarehun käytöllä.

Keski-Suomen alueen kalankasvatuksen fosforipäästöt vesistöihin olivat 2,94 tonnia ja typpipäästöt 24,34 tonnia vuonna 2005 (Vahti).

### 2.5

## Turvetuotanto

Vuonna 2005 Keski-Suomessa turvetuotannon piirissä oli noin 6 815 hehtaaria suota (Vahti 2006). Merkittävimmät tuotannon keskittymät sijaitsivat Suomenselän vedenjakaja-alueella Kyyjärvellä, Karstulassa, Pylkänmäellä ja Multialla. Vähäisempiä keskittymiä oli myös Hankasalmen, Leivonmäen ja Viitasaaren kuntien alueella.

Varsinaisessa tuotannossa soista oli 5554,5 hehtaaria (VAHTI-järjestelmän tuotantomuodot: kunnostusvaiheessa, tuotannossa, tuotantokunnossa, mutta ei tuotannossa). Tuotantoalasta noin 74 % (3 982,7 ha) oli Vapo Oy:n hallussa.



## Turvetuotannon vesistövaikutukset

Turvetuotannon aiheuttamat vesistöhaitat aiheutuvat yleensä vesistön veden värin, kokonaisravinnekuormituksen ja kiintoaineskuormituksen lisääntymisestä. Ihmiselle lähinnä vesistön käyttöarvon alenemisena ilmenevät muutokset voivat olla suoria (esimerkiksi esteettiset haitat) ja/tai epäsuoria (esimerkiksi lisääntyneestä hapenkulutuksesta aiheutuvat muutosprosessit järvessä). Ravinne- ja kiintoaineskuormituksen lisääntymisen ohella tuotanto muuttaa alapuolisen vesistön veden ominaisuuksia myös muilla tavoin.

Turvetuotannon kuormitukseen ja vesistöhaittoihin vaikuttavat useat seikat. Yksittäisenkin turvetuotantoalueen kuormitus riippuu lukemattomista tekijöistä, kuten suotyyppistä, alueen laajuudesta, kaltevuudesta, pinnanmuodoista, turvekerrosten paksuudesta, turpeen laadusta (kasvilajisto, maatuneisuusaste), tuotannon vaiheesta, yläpuolisesta valuma-alueesta ja virtaamasta sekä vesiensuojelurakenteista. Kuormituksen vaikutukset kohteessa (vesistössä) riippuvat tätäkin useammasta muuttujasta. Lisäksi asiaa mutkistaa ympäristön tilallinen ja ajallinen vaihtelu. Erikokoiset tuotantoalueet ja vesistöt sijaitsevat toisiinsa nähden vaihtelevilla etäisyyksillä ja eri tavoin ryhmittyneinä. Yleistäen voidaan todeta, että turvetuotannon kuormitus on paikallisesti merkittävää, vaikka kokonaiskuormitus on maakunnallisesti ja valtakunnallisesti vähäistä.

Turvetuotannon vesistökuormitus vuonna 2005 oli 1,95 t fosforia ja 55,47 t typpeä vuodessa. Tuotannon kiintoaineskuormitus oli 330,91 tonnia. (Vahti 2008).

## Turvetuotannon päästöt ilmaan

Vuonna 2005 Vapo Oy:n omistamilla turvesoilla oli käytössä 180 pyörätraktoria ja 30 kaivinkonetta. Pyörätraktoreiden kokonaistyötuntimäärä oli 72 000 ja kaivinkoneilla 20 000 tuntia vuodessa. (Kulmala 2006). Yksityisiltä tuottajilta ei koneiden käyttö-tietoa ollut saatavilla, joten käyttö ja päästöt on arvioitu suhteuttamalla yksityisen tuotannon osuus Vapon antamiin tietoihin. Koneiden päästöt on arvioitu käyttäen Tyko 1999 -tutkimuksen vuoden 2003 ominaispäästökertoimia (taulukko 7). Päästö on kertoimen, koneiden nimellistehon ja työtuntien määrän tulo. Laskennassa kaivinkoneiden osalta on käytetty tela-alustaisten kaivinkoneiden kertoimia (keskim. nimellisteho 104 kW) ja pyörätraktoreiden osalta maataloustraktoreiden kertoimia (keskim. nimellisteho 70 kW).

Taulukko 7. Keski-Suomen turvetuotannossa vuonna 2005 käytettyjen työkonien päästöt ilmaan. Päästöt laskettu Tyko-tutkimuksen vuoden 2003 konekohtaisilla ominaispäästökertoimilla

Työkone	Päästöt ilmaan t/a							
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	NO <sub>x</sub>	SO <sub>2</sub>	Hiukk.	CO	NMHC
Kaivinkoneet	2 269,7	0,1	0,1	30,8	2,5	2,5	10,9	4,1
Traktorit	5 214,1	0,2	1,4	69,4	5,7	7,6	33,9	11,0
<b>Yhteensä</b>	<b>7 483,8</b>	<b>0,4</b>	<b>1,4</b>	<b>100,2</b>	<b>8,2</b>	<b>10,1</b>	<b>44,8</b>	<b>15,1</b>

## Maa-ainesten otto

Vuonna 2004 Keski-Suomessa hyväksyttiin 487 maa-ainesten ottolupaa, mikä on noin 7,5 % koko maan alueelle myönnettyistä luvista. Luvista 393 koski soran sekä hiekan ottoa ja 94 kallion louhintaa (Rintala 2006). Keski-Suomen alueella suurimmat ottoalueet sijoituivat Laukaan kunnan alueelle. Keski-Suomen maa-ainesten vuoden 2004 luvat ja ottomäärät on esitetty taulukossa 8. Muiden maalajien, kuten moreenin, saven, siltin, mullan ja liejun ottamista ei niiden vähäisen merkityksen vuoksi ole otettu huomioon tässä työssä.

Taulukko 8. Soran-, hiekan- ja kallionotto Keski-Suomessa vuonna 2004.

Maalaji	Lupien määrä (kpl)	Toiminnassa		Otettu määrä (milj.k-m <sup>3</sup> )
v.2004	Lupien mahdollistama ottomäärä (milj.k-m <sup>3</sup> )			
Sora ja hiekka	393	264	48,1	2 825 917
Kallio	94	62	15,8	692 426

Maa-ainesten oton ympäristökuormitus syntyy pääasiassa työkonoiden päästöistä ja louhimisessa vapautuvasta pölystä, joskin alueen ominaispiirteistä riippuen myös huuhtoumien voidaan olettaa olevan paikoin merkittäviä. Maa-ainesten otosta aiheutuvat päästöt ilmaan on laskettu samalla menetelmällä kuin Kymenlaaksossa suhteuttamalla Keski-Suomen ottomäärät Kymenlaakson ottomääriin (Koskela toim. 2004) (taulukko 9).

Taulukko 9. Keski-Suomen maa-ainesten oton päästöt ilmaan vuonna 2004.

Maalaji	Päästöt ilmaan t/a							
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	NO <sub>x</sub>	SO <sub>2</sub>	pöly	CO	VOC	metallit
Sora ja hiekka	13 979,01	10,63	196,49	9,45	18,51	83,48	37,41	0,000160
Kallio	7132,70	6,26	-	5,13	10,88	40,54	19,39	0,000078
Yhteensä	21 111,71	16,89	196,49	14,58	29,39	124,02	56,80	0,000240

## Teollisuus

Keski-Suomen maakunnan merkittävimmät teollisuuden toimialat ovat kone- ja laite-teollisuus, paperi- ja massateollisuus, puutuoteteollisuus ja graafinen teollisuus (Keski-Suomen toimialakatsaus 2006). Keski-Suomen metsäteollisuuden keskittymä lienee Suomen toiseksi suurin Kymenlaakson jälkeen. Metsäteollisuuden suuria toimijoita ovat mm. UPM-konsernin tehtaat Jämsänkoskella, Jämsässä, Jyväskylässä ja Keuruulla sekä M-Real Oyj:n tehtaat Jyväskylässä ja Äänekoskella. Lisäksi Äänekoskella sijaitsevat Oy Metsä-Botnia Ab:n sellutehdas ja Finnforestin vaneritehdas.

Metsätalous sekä kone- ja laite-teollisuus ovat lähes yhtä vahvoja erikoistumisaloja kuin metsäteollisuus (Keski-Suomen toimialakatsaus 2006). Jyväskylän seutua on pidetty myös yhtenä Suomen tärkeimpänä metallituote- ja konepajateollisuuden keskuksena sekä yhtenä suurimpana metalli-, sähkö- ja elektroniikkateollisuuden keskuksena (Jyväskylän kaupunki 2007). Kone- ja laite-teollisuuden vahvoja edustajia ovat etenkin Jyväskylässä toimiva Metso Paper Oy sekä Suolahdessa toimiva Valtra Oy. Viime vuosina voimakkaasti kasvaneita aloja edustavat myös esimerkiksi informaatioteknologia sekä graafinen teollisuus. Alueella sijaitsee useita graafisen alan kasvavia yrityksiä. Graafinen teollisuus on valittu myös yhdeksi Keski-Suomen elinkeinoelämän kehittämiskohteeksi. Toisaalta maakunnassa panostetaan voimakkaasti tulevaisuuden kasvualoihin, kuten tieto- ja viestintäteknologian, energia- ja ympäristötekniikkaan, hyvinvointi- ja nanoteknologiaan.



## Teollisuuden energiantuotanto

Keski-Suomen teollisuus (poislukien TOL 40 (TOL = toimialaluokitus)) käytti polttoaineinaan vuonna 2005 pääasiassa raskasta polttoöljyä (yhteensä noin 50 % kulutuksesta) sekä jyrshinturvetta, jonka kulutus oli vuonna noin 27 prosenttia kaikkien tarkasteltujen fossiilisten polttoaineiden kulutuksesta (taulukko 10).

Taulukko 10. Keski-Suomen teollisuuden käyttämät polttoaineet vuonna 2005 (Tilastokeskus 2007a).

Toimiala	Fossiiliset polttoaineet (TJ/a)						Yht.	Osuus (%)
	1112	1121	1131-1139	1141-1142	1212	2110	2120	
15 Elintarvikkeiden ja juomien valm.	1,7	0,0	36,7	34,0	0,0	0,0	0,0	72,4
17-19 Tekstiili-, vaatetus- ja nahkateoll.	0,0	0,0	9,9	75,1	0,0	0,0	0,0	85,0
20 Puutavaran ja puutuotteiden valm.	11,1	0,0	38,3	201,7	0,0	0,0	0,0	251,1
21 Massan, paperin jne. valmistus	205,3	0,0	21,4	859,1	0,0	656,6	37,5	1 779,9
22 Kustantaminen, painaminen jne.	0,0	0,0	1,9	5,3	0,0	0,0	0,0	7,2
23-25 Kemianteollisuus	0,0	0,0	20,5	19,1	0,0	0,0	0,0	39,6
26 Ei-metallisten mineraalituott. valm	4,8	0,0	49,0	0,0	0,0	0,0	0,0	53,8
27-35 Metalliteollisuus	29,5	3,1	70,8	36,3	0,0	0,0	0,0	139,8
36 Huonekalujen valmistus; muu valm.	1,7	0,0	3,0	7,2	0,0	0,0	0,0	11,9
41 Veden puhdistus ja jakelu	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6
40 Sähkö- ja lämpöhuollon teollisuudelle toim. energia	0,0	0,0	0,9	737,6	64,0	3 983,0	0,0	4 785,5
Teollisuus yhteensä	254,2	3,1	253,0	1 975,3	64,0	4 639,6	37,5	7 226,8
Osuus fossiilisten polttoaineiden kulutuksesta (%)	3,5	0,0	3,5	27,3	0,9	64,2	0,5	100,0

Polttoaineluokitus: 1112 nestekaasu, 1121 teollisuusbenssiini, 1131-1139 keskiraskaat öljyt (sis. kevyt polttoöljy), 1141-1142 raskas polttoöljy, 1212 kivihiili, bituminen, 2110 jyrshinturve, 2120 palaturve.

Sähkö-, kaasu- ja lämpöhuollon (TOL 40) käyttämät polttoaineet on jaettu teollisuuden ja yhdyskuntien osuuksiin. Tiedot polttoaineiden käytöstä energiantuotantolaitoksittain saatiin Vahdista. Osa laitoksista kuitenkin tuottaa energiaa sekä teollisuudelle että yhdyskunnille, joten myös laitosten tuotanto oli ositettava. Suuntaa antavat tiedot laitoksen tuotannon teollisuuden ja yhdyskuntien osuuksista saatiin tuotantolaitoksista tai asiantuntijalausuntoina. Suhdelukua hyväksi käyttäen laskettiin polttoaineluokittain teollisuuden ja yhdyskuntien osuudet tuotetusta energiasta.

Keski-Suomen teollisuus käyttää myös runsaasti biopolttoaineita. Suurin osa biopolttoaineista (noin 97 %, lukuun ottamatta TOL 40 -luokkaa) käytettiin kemiallisessa puunjalostusteollisuudessa (taulukko 11). Sellu- ja paperiteollisuuden kuluttamasta koko polttoainemäärästä (14 242 TJ) 12 % oli fossiilisia polttoaineita ja 88 % biopolttoaineita.

Taulukko II. Keski-Suomen teollisuuden käyttämät biopolttoaineet vuonna 2005 (Tilastokeskus 2007a).

Toimiala	Biopolttoaineet (TJ/a)									Osuus (%)
	3113-3128	3130+3140	3150	3160	3170	3231	4919	4930	Yht.	
15 Elintarvikkeiden valm.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
17-19 Tekstiiliteollisuus	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
20 Puutavaran valmistus	391,4	0,0	0,0	2,4	0,0	0,0	0,0	0,0	393,7	1,8
21 Massan, paperin jne. valm.	1 307,7	8 171,8	0,0	0,0	0,0	0,0	259,8	2 723,2	12 462,5	58,3
22 Kustantaminen, painaminen	0,0	0,0	0,0	5,4	0,0	0,0	0,0	0,0	5,4	0,03
23-25 Kemianteollisuus	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
26 Ei-metallisten tuot. valm.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
27-35 Metalliteollisuus	0,0	0,0	0,0	2,1	1,8	0,0	0,0	0,0	3,9	0,02
36 Huonekalujen valmistus	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
40 Sähkö- ja lämpöhuollon teollisuudelle toim. energia	6 936,5	173,1	46,5	0,0	7,0	1 138,0	0,0	192,9	8 494,0	39,8
Teollisuus yhteensä	8 635,6	8 344,9	46,5	9,8	8,8	1 138,0	259,8	2 916,1	21 359,4	100,0
Osuus biopa. kulutuksesta (%)	40,4	39,1	0,2	0,05	0,04	5,3	1,2	13,7	100,0	

Polttoaineluokitus: 3113-3128 puutähdde, 3130+3140 puunjalostusteollisuuden jäte-liemet sekä muut sivu- ja jätetuotteet, 3150 kierrätyspuu, 3160 puupelletit ja -briketit, 3170 kasvi- ja eläinperäiset tuotteet, 3231 kierrätyspolttoaineet, 4919 muut jätteet, 4930 teollisuuden sekundaarilämpö

Keski-Suomen koko sähköntuotanto oli 1 346 GWh vuonna 2004 (Energieateollisuus 2007). Tästä määrästä teollisuus tuotti yli puolet omaa toimintaansa varten. Metsäteollisuus on merkittävä sähkön ja lämpöenergian tuottaja sekä kuluttaja. Puulla on merkittävä osuus teollisuuden energiantuotannossa. Tärkeimpiä teollisuuden puu-energiälähteitä ovat paperin raaka-aineena käytettävän sellun valmistuksessa syntyvät bioliemet. Niiden osuus Suomen teollisuuden energian käytöstä on 33 prosenttia. Kuorien ja muiden massa- ja paperiteollisuuden jatkojalostukseen kelpaamattomien jättepuiden osuus on 16 prosenttia (Elinkeinoelämän keskusliitto 2007).

Sähköä tuotettiin Suomessa 82,2 TWh vuonna 2004. Tästä sähkömäärästä 24 % tuotettiin sähkön ja lämmön yhteistuotantona. Keski-Suomen sähköntuotanto oli vastaavasti 1,3 TWh vuonna 2004 eli noin 1,6 % koko Suomen sähköntuotannosta. Yhteistuotannon osuus oli Keski-Suomessa noin 87 % eli huomattavasti koko Suomen keskiarvoa korkeampi.

Sähkönkulutus on kasvanut Keski-Suomessa 2000-luvulla. Myös sähkön tuonti Keski-Suomeen on ollut hienoisessa kasvussa, mutta toisaalta myös itse tuotetun sähkön määrä on lisääntynyt.

## 2.7.2

### Teollisuuden energiankulutus

Teollisuuden sähkönkulutus oli Suomessa 44 150 GWh vuonna 2005 (Tilastokeskus 2007c), mikä oli noin 52 % koko Suomen sähköenergiankulutuksesta. Metsäteollisuuden osuus koko Suomen energiankulutuksesta oli 24 804 GWh (29 %) ja muun teollisuuden 19 346 GWh (22 %).

Taulukko 12. Keski-Suomen teollisuuden sähköenergian kulutus vuosina 2000 ja 2005 sekä kulutuksen prosentuaalinen muutos (StatFin 2007a, Tilastokeskus 2007a).

TOL	Toimiala	Sähkön kulutus v. 2000	Osuus %	Sähkön kulutus v. 2005	Osuus %	Kulutuksen muutos 2000-2005
		MWh		MWh		%
15	Elintarvikkeiden ja juomien valm.	31 737	0,71	43 705	1,02	37,71
17-19	Tekstiiliteollisuus	7 613	0,17	7 825	0,18	2,78
20	Puutavaran ja puutuotteiden valm.	135 125	3,01	152 856	3,57	13,12
21	Massan, paperin jne. valmistus	3 913 047	87,14	3 649 487	85,27	-6,74
22	Kustantaminen, painaminen jne.	21 999	0,49	22 079	0,52	0,36
23-25	Kemianteollisuus	123 215	2,74	138 263	3,23	12,21
26	Ei-metallisten mineraalituott. valm	9 013	0,20	9 991	0,23	10,85
27-35	Metalliteollisuus	202 873	4,52	211 529	4,94	4,27
36	Huonekalujen valmistus	10 031	0,22	7 890	0,18	-21,34
40	Sähkö-, kaasu- ja lämpöhuolto	22 815	0,51	31 782	0,74	39,3
41	Veden puhdistus ja jakelu	12 865	0,29	4 583	0,11	-64,38
Yhteensä		4 490 333	100	4 279 990	100	-4,68

Keski-Suomen teollisuuden osuus koko Suomen teollisuuden sähköenergiankulutuksesta vuonna 2005 oli noin 10 %. Keski-Suomen teollisuuden suurin sähköenergian kuluttaja oli sekä vuonna 2000 että 2005 ollut kemiallinen puunjalostusteollisuus hie-man alle 90 prosentin osuudella. Toiseksi merkittävin kuluttaja oli metalliteollisuus vajaan 5 prosentin osuudella.

Teollisuuden lämmönkulutuksen lukemat vuoden 2000 osalta on saatu StatFin-palvelusta. Vuoden 2005 luvut ovat Tilastokeskuksen aineistosta, josta laskettiin yhteen kaukolämmön ja teollisuudessa käytetyn lämmön/höyryn osuudet. Taulukkoa 13 tarkasteltaessa on siis syytä huomata, että luvut on kerätty kahdesta erityyppisestä lähteestä.

Taulukko 13. Keski-Suomen teollisuuden lämpöenergian kulutus vuosina 2000 ja 2005 (StatFin 2007a, Tilastokeskus 2007a).

TOL	Toimiala	Lämmön kulutus v. 2000	Osuus %	Lämmön kulutus v. 2005	Osuus %	Kulutuksen muutos 2000-2005
		TJ		TJ		%
15	Elintarvikkeiden ja juomien valm.	58,4	0,5	132,7	0,9	127,2
17-19	Tekstiiliteollisuus	0,7	0,0	0,0	0,0	-41,2
20	Sahatav, puutuott, punontatuott val	985,1	8,3	1 418,7	9,8	44
21	Massan, paperin ja paperituott valm	9 398,9	79,5	11 506,8	79,5	22,4
22	Kustantam, painam. ja tallent. jälj	14,1	0,1	19,3	0,1	37,5
23-25	Kemianteollisuus	1 049,6	8,9	1 005,2	6,9	-4,2
26	Ei-metallisten mineraalituott. valm	9,1	0,1	16,7	0,1	83,2
27-35	Metalliteollisuus	264,4	2,2	343,2	2,4	29,8
36	Huonekal. valmistus	3,2	0,0	6,2	0,0	96,1
40	Sähkö-, kaasu- ja lämpöhuolto	32,0	0,3	27,3	0,2	-14,6
41	Veden puhdistus ja jakelu	4,2	0,0	0,0	0,0	-80,8
Yhteensä		11 819,7	100	14 476,3	100	22,5

Keski-Suomen sähkönkulutus oli vuonna 2004 6 492 GWh, josta itse tuotettiin 1 364 GWh. Maakunnan sähköntuotannon omavaraisuus oli näin ollen vuonna 2004 noin 21 prosenttia.

## Teollisuuden päästöt ilmaan

Teollisuuden ilmapäästöjen laskennassa on hyödynnetty edellä esitettyä Tilastokeskuksen polttoainetaulukkoja (taulukot 10 ja 11) ja ympäristöhallinnon Vahti-tietokantaa. Tilastokeskuksen ja Vahti-järjestelmän polttoainetiedot eivät ole yhteneväiset, sillä Vahtiin on kirjattu vain suurimmat, ympäristöluvan alaiset teollisuuden yksiköt. Tilastokeskuksen ja Vahdin polttoainetietojen erotuksesta, niin kutsutusta kattamattomasta kulutuksesta aiheutuneet päästöt arvioitiin laskennallisesti. Kattamattoman kulutuksen päästöt yhdistettiin Vahdin tietoihin, jolloin saatiin arvio koko teollisen toiminnan ilmapäästöistä (taulukot 14 ja 15).

Taulukko 14. Keski-Suomen teollisuuden päästöt ilmaan vuonna 2005.

Toimiala	Päästöt tonneina (t)							
	CO <sub>2</sub> (foss)	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	NO <sub>x</sub>	SO <sub>2</sub>	TSP	CO	NM VOC
15 Elintarvikkeiden valmistus	5 450,9	0,6	0,1	14,5	20,0	1,6	1,4	0,1
17-19 Tekstiiliteollisuus	6 584,9	0,7	0,2	17,0	37,7	3,1	1,7	0,2
20 Puutavaran valmistus	17 805,2	21,6	1,3	88,2	113,5	214,6	197,6	24,2
21 Massan, paperin jne. valmistus	117 208,6	97,7	14,7	1 261,4	770,3	588,2	1 537,8	97,9
22 Kustantaminen, painaminen	551,7	0,2	0,0	1,9	2,8	0,5	0,3	0,1
23-25 Kemianteollisuus	2 990,5	0,3	0,1	7,9	11,2	3,7	0,8	990,7
26 Ei-metall. mineraalituott. valm	3 902,7	0,4	0,1	10,8	4,5	0,3	1,0	0,1
27-35 Metalliteollisuus	10 856,1	1,1	0,3	29,4	28,1	2,6	2,3	63,9
36 Huonekalujen valmistus	891,0	0,1	0,0	2,4	3,8	0,3	0,2	0,0
40 Sähkö- ja lämpöhuollon teollisuudelle toim. energia	387 883,3	646,7	61,7	1 777,4	1 528,7	361,9	1 174,1	88,4
41 Veden puhdistus ja jakelu	136 948,5	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0
Yhteensä	691 073,6	769,3	78,4	3 210,9	2 520,6	1 176,8	2 917,2	1 265,6

Taulukko 15. Keski-Suomen teollisuuden metallipäästöt ilmaan vuonna 2005.  
Metallipäästöt ilmaan (kg/a)

Toimiala	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	V	Zn
15 Elintarvikkeiden valmistus	0,02	0,00	0,01	0,02	0,00	3,06	0,24	9,86	0,12
17-19 Tekstiiliteollisuus	0,05	0,01	0,02	0,05	0,00	6,76	0,53	21,78	0,27
20 Puutavaran valmistus	0,16	0,65	4,00	4,45	0,15	9,30	5,68	30,28	55,35
21 Massan, paperin jne. valmistus	19,28	5,02	43,37	61,96	2,45	68,60	90,40	162,79	255,03
22 Kustantaminen, painaminen	0,00	0,01	0,06	0,06	0,00	0,52	0,11	1,68	0,77
23-25 Kemianteollisuus	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	1,72	0,13	5,53	0,07
26 Ei-metall. mineraalituott. valm	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
27-35 Metalliteollisuus	0,02	0,01	0,03	0,05	0,00	3,29	0,28	10,60	0,43
36 Huonekalujen valmistus	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,64	0,05	2,07	0,03
40 Sähkö- ja lämpöhuollon teollisuudelle toim. energia	36,91	4,24	74,21	116,12	5,18	114,09	130,16	253,65	334,99
41 Veden puhdistus ja jakelu	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Yhteensä	56,46	9,93	121,70	182,74	7,78	207,97	227,58	498,24	647,06

Päästöt kattamattomalle kulutukselle on laskettu kirjallisuudesta saaduilla päästö-kertoimilla. Hiilidioksidipäästöjen kertoimina on käytetty Tilastokeskuksen virallisia kasvihuonekaasupäästöjen kertoimia (Tilastokeskus 2007b). Muita päästöjä arvioitaessa käytettiin Ympäristöhallinnon ja energiantuottajien (2005) julkaisemaa Päästötietojen tuottamisen menetelmät: energiantuotanto -opasta, kattilalaitosten lupalomakkeen täyttöohjetta (Täyttöohje kattilalaitosten ympäristölupahakemuksen liitelmakkeelle 2005) sekä Kymenlaakson ympäristöanalyysissä käytettyjä kertoimia (Toikka 2007).

Vuoden 2005 polttoainetietoja ja päästöjä tarkasteltaessa on syytä ottaa huomioon, että tuolloin teollisuustuotannon määrän kasvu oli selvästi hitaampaa kuin esimerkiksi vuonna 2004. Huhti-toukokuussa eniten vaikutti paperiteollisuuden työtaistelu. Tuotannon hidastuminen saattoi vaikuttaa myös päästömääriin.

## Teollisuuden jätevesipäästöt

Suurin osa Keski-Suomen teollisuuden jätevesipäästöistä on massa- ja paperiteollisuuden aiheuttamia. Jätevesikuormitus vesiin on vähentynyt vuosien 2000 ja 2005 välisenä aikana useimpien kuormitustekijöiden osalta (taulukko 16).

Taulukko 16. Keski-Suomen teollisuuden jätevesipäästöt ja virtaama vuosina 2000 ja 2005 sekä päästövähennykset 2000-2005 (Vahti).

VUOSI 2000	BOD <sub>7</sub>	COD <sub>Cr</sub>	Päästöt vesiin (t/a)				Virtaama (m <sup>3</sup> /a)
			AOX	TSS	Kok-P	Kok-N	
Puutavaran ja puutuotteiden valmistus							
Massan, paperin jne. valmistus	663,7	12 045,9	125,5	1 075,3	11,7	211,6	45 059 482,0
Kemianteollisuus	3,9	83,6		2,8		0,0	373 684,0
Ei-metallisten mineraalituott. valmistus				97,8			
Sähkö- ja lämpöhuolto				5,9	0,1	0,8	222 000,0
<b>Yhteensä</b>	<b>667,6</b>	<b>12 129,5</b>	<b>125,5</b>	<b>1 181,8</b>	<b>11,7</b>	<b>212,4</b>	<b>45 655 166,0</b>
VUOSI 2005	BOD <sub>7</sub>	COD <sub>Cr</sub>	Päästöt vesiin (t/a)				Virtaama (m <sup>3</sup> /a)
			AOX	TSS	Kok-P	Kok-N	
Puutavaran ja puutuotteiden valmistus	1,6	2,7		2,1			15 000,0
Massan, paperin jne. valmistus	449,4	9 624,7	113,0	1 078,0	14,1	204,3	38 215 074,0
Kemianteollisuus							
Ei-metallisten mineraalituott. valmistus				133,2			63 000,0
Sähkö- ja lämpöhuolto				7,8	0,0	0,4	257 000,0
<b>Yhteensä</b>	<b>450,9</b>	<b>9 627,4</b>	<b>113,0</b>	<b>1 221,1</b>	<b>14,2</b>	<b>204,7</b>	<b>38 550 074,0</b>
<b>Muutos päästöissä 2000-2005</b>	<b>-32,5 %</b>	<b>-20,6 %</b>	<b>-10,0 %</b>	<b>3,3 %</b>	<b>21,0 %</b>	<b>-3,6 %</b>	<b>-15,6 %</b>

Teollisuuslaitosten omilla jäteveden puhdistamoilla syntyi arviolta 413 tonnia metaania ja 3,2 tonnia typpioksiduulia. Metaanipäästöt laskettiin teollisuuden puhdistamoille tulevan jäteveden COD-kuormituksen perusteella ja typpioksiduulipäästöt puhdistamolta lähtevän typpikuormituksen perusteella.

## Teollisuuden jätteet

Keski-Suomessa oli vuonna 2005 seitsemän teollisuuden kaatopaikkaa, joille päätyi noin 137 000 tonnia teollisuuden jätejakeita (taulukko 17).

Taulukko 17. Teollisuuden kaatopaikoille sijoitetut jätteet Keski-Suomessa vuonna 2005 (Vahti).

Jätteen tyyppi	(t)
Elintarviketeollisuuden jätteet	302
Puunjalostusteollisuuden jätteet	80 285
Epäorgaanisissa kemian prosesseissa syntyneet jätteet	8 298
Termisissä prosesseissa syntyneet jätteet	39 681
Paperijäte	150
Rakennusjäte	5 122
Maa- ja kiviainekset	246
Sekalaiset yhdyskuntajätteet	2 919
<b>Yhteensä</b>	<b>137 004</b>

Teollisuuden kaatopaikoille sijoitettujen jätteiden metaanipäästöt arvioitiin IPCC:n massatasemenetelmällä (IPPC 2000). Teollisuuden jätteistä syntyi arviolta yhteensä 133 tonnia metaania. Päästöarvio on laskettu yllä olevaa jätejakeiden yhteenvetotaulukkoa yksityiskohtaisemman jätteiden jaottelun perusteella.

## Yhdyskunnat

### Yhdyskuntien energiantuotanto ja –kulutus

Keski-Suomen oma sähköntuotanto on kasvanut hieman 2000-luvulla. Myös oma-varaisuusaste on noussut 19 prosentista 21 prosenttiin vuodesta 2000 vuoteen 2004. Suurin osa sähköstä tuotetaan Keski-Suomessa sähkö ja lämmön yhteistuotantona (taulukko 18).

Taulukko 18. Keski-Suomen oma sähköntuotanto ja –hankinta vuonna 2004 (Sähkö ja kaukolämpö 2000, Energiateollisuus 2007).

Tuotantotapa	2000		2004	
	Tuotanto GWh	Osuus %	Tuotanto GWh	Osuus %
Vesivoima	147	12,6	168	12,5
Tuulivoima	-	-	-	-
Ydinvoima	-	-	-	-
Yhdistetty sähkö ja lämpö (CHP), kaukolämpö	423	36,2	463	34,4
Yhdistetty sähkö ja lämpö (CHP), teollisuus	598	51,1	709	52,7
Tav. lauhd.	2	0,2	6	0,4
Huippukaasuturbiini	-	-	-	-
Yhteensä	1170	100	1346	100
Sähkön tuonti	4875		5146	
Sähköntuotannon omavaraisuus (%)	19		21	

Tuotannon ohella Keski-Suomen sähkönkulutus on kasvanut vuosien 2000-2004 aikana kaikilla toimialoilla. Oman sähköntuotannon kasvu ole riittänyt, joten myös tuonti on lisääntynyt hieman. Keski-Suomen suurin sähkönkuluttaja on jalostus noin 72 prosentilla kulutuksesta (taulukko 19).

Taulukko 19. Keski-Suomen ja Suomen sähkönkulutus ja sen jakautuminen toimialoittain vuonna 2004 (Sähkö ja kaukolämpö 2000, Energiateollisuus 2007).

Tuotantotapa	2000				2004			
	Keski-Suomi		Suomi		Keski-Suomi		Suomi	
	GWh	Osuus %	GWh	Osuus %	GWh	Osuus %	GWh	Osuus %
Yksityinen kulutus	874	14,5	16 536	21,6	997	15,4	18 593	22,1
Maatalous	106	1,8	2 419	3,2	117	1,8	2 634	3,1
Jalostus	4518	74,7	43 632	57,1	4 684	72,2	47 051	56,0
Palvelut	264	4,4	8 967	11,7	340	5,2	10 238	12,2
Julkinen kulutus	283	4,7	4 852	6,4	354	5,4	5 550	6,6
Yhteensä	6045	100	76 406	100	6 492	100	84 066	100

Keski-Suomi on voimakkaasti teollistunut maakunta, mikä nostaa alueen energiantensiteetin maan keskiarvoa korkeammaksi. Vuonna 2004 Keski-Suomi oli Suomen kolmanneksi suurin sähkönkäyttäjä. Maamme kuntakohtaisessa sähkönkäyttövertailussa viidenkymmenen suurimman sähkönkäyttäjän joukkoon sijoittui neljä keski-suomalaista kuntaa; Jämsänkoski (8.), Jämsä (16.), Jyväskylä (26.) ja Äänekoski (31.) (Energiateollisuus 2007).

Keski-Suomen kaukolämmöntuotanto kasvoi hieman vuodesta 2000 vuoteen 2005 (taulukko 20). Suomessa 73,2 % kaukolämmöstä tuotettiin sähkö ja lämmön yhteistuotantona vuonna 2005. Keski-Suomessa yhteistuotannon osuus oli koko maan keskiarvoon nähden selvästi pienempi, 63,9 %.

Taulukko 20. Keski-Suomen kaukolämmöntuotanto ja arvioitu kulutus vuonna 2005 (Tiitinen 2007).

	Kaukolämmön nettotuotanto (GWh)				
	Erillistuot.	Yhteistuot.	Yhteensä	Verkko ja mittaushäviöt (GWh)	Kaukolämmön laskennallinen kulutus (GWh)
Keski-Suomi 2000	396	701	1 097	95	1 066
Keski-Suomi 2005	511	774	1 285	130	1 252
Koko maa 2005	8 369	22 856	31 225	2 961	28 688

## 2.8.2

### Yhdyskuntien sähkön ja keskitetyn lämmöntuotannon päästöt

Sähkön ja keskitetyn lämmöntuotannon päästöt on määritetty Vahti-tietokantaan talletettujen ja Tilastokeskuksen ilmoittamien polttoainemäärien avulla (taulukko 21). Keski-Suomen suurimpia voimalaitoksia ovat Jyväskylän energiantuotanto Oy:n Rauhalahden yksikkö, Äänevoima Oy:n voimalaitos sekä UPM-Kymmene Oyj:n Jämsänkosken ja Jokilaakson tehtaiden voimalaitokset.

Taulukko 21. Keski-Suomen yhdyskuntien sähkön ja keskitetyn lämmöntuotannon päästöt ilmaan vuonna 2005.

Päästöt ilmaan (t/a)								
Toimialaluokka	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	CO	TSP	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	NM VOC
TOL 40:n yhdyskunnille tuottama energia	538 405,2	214,3	31,5	1 072,6	381,1	1 514,8	1 208,7	88,4

Metallipäästöt ilmaan (kg/a)									
	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	V	Zn
TOL 40:n yhdyskunnille tuottama energia	43,9	1,9	65,2	105,1	5,6	119,4	116,5	259,1	179,7

Turvetta käytetään Keski-Suomessa polttoaineena varsin runsaasti verrattuna muuhun maahan, mikä näkyy rikkidioksidin ja raskasmetallien runsaina päästöinä. Suurin turvetta polttava voimalaitos on Jyväskylän energiantuotanto Oy:n Rauhalahden yksikkö.

## 2.8.3

### Talokohtaisen lämmityksen päästöt

Rakennusten lämmityksen energiankulutus on arvioitu laskemalla eri rakennustyyppien hyötyenergiankulutus. Maatalousrakennuksia lukuun ottamatta kulutus laskettiin Tilastokeskuksen StatFin-palvelusta (2007b) saatujen kerrospinta-alojen sekä ominaislämmönkulutusluvun 146,1 kWh/m<sup>2</sup> (Sähkö ja kaukolämpö 2002) avulla. Esimerkiksi kytkettyjen pientalojen kerrospinta-ala Keski-Suomessa on 1 730 434 kerrosneliometriä, joten kytkettyjen pientalojen hyötyenergiankulutukseksi saadaan 253 GWh (taulukko 22). Koska maatalousrakennusten kerrospinta-aloja ei ollut saatavilla, niiden lämmön kulutus laskettiin käyttämällä maatilan keskimääräistä lämpöenergiankulutusta 64 MWh/a (Hagström, Vartiainen ja Vanhanen 2005), joka kerrottiin Keski-Suomen maatilojen lukumäärällä. Eri lämmitystapojen osuudet saatiin käyttämällä apuna valtakunnallista jakaumaa, josta maakaasun osuus on jätetty pois. Maakaasun käyttö Keski-Suomessa on erittäin vähäistä. Muilta osin Keski-Suomen lämmitystapojen osuuksien oletetaan vastaavan koko maan lämmitystapojen jakaumaa.

Laskennassa on oletettu, että kaikki kytketyt pientalot, asuinkerrostalot ja palvelurakennukset sijaitsevat taajamissa. Erillispientaloja sen sijaan on sekä haja-asutusalueilla että taajamissa. Niiden kerrospinta-alat on jaettu taajamiin ja haja-asutusalueisiin Keski-Suomen taajama-asteen perusteella. Maatalousrakennusten oletettiin sijaitsevan pelkästään haja-asutusalueella.

Taulukko 22. Eri rakennustyyppien lämpöenergiankulutus lämmitysmuodoittain vuonna 2005.

Lämmitystapa	GWh/a						
	Taajamat				Haja-asutus		Kaikki yhteensä
	Erillispientalot	Kytkeytyt pientalot	Asuinkerrostalot	Palvelurakennukset	Erillispientalot	Maatalousrakennukset	
Puu	266	2	0	28	163	76	535
Kevyt polttoöljy	154	54	24	94	94	80	500
Raskas polttoöljy	0	0	2	35	0	17	54
Turve	3	0	0	1	2	8	15
Polttoaineet yhteensä	423	56	27	157	259	182	1 104
Lämpöpumput tms.	48	1	0	1	29	0	80
Kaukolämmitys	56	137	509	415	0	7	1 124
Sähkölämmitys	185	59	6	59	113	42	465
Muut yhteensä	289	197	515	475	143	49	1 668
Yhteensä	712	253	542	632	402	231	2 772

Rakennusten lämmittämiseen kulunut polttoaine on laskettu oletushyötysuhteiden avulla. Hyötysuhteet ovat puun pienkäytölle 55 %, kevyelle polttoöljylle 78 %, raskaalle polttoöljylle 83 % ja turpeelle 60 %. Polttoaineen kulutusarvioin mukaan lasketaan päästöt pienpolton laskennallisia päästökertoimia käyttäen (taulukko 23).

Taulukko 23. Keski-Suomen talokohtaisen lämmityksen päästöt ilmaan vuonna 2005.

Sijainti	Päästöt ilmaan (t/a)							
	CO <sub>2</sub> (foss)	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	NO <sub>x</sub>	SO <sub>2</sub>	TSP	CO	NM <sub>10</sub>
Taajamat	125 256	609	13	277	157	822	5 295	855
Haja-asutus	71 057	489	10	197	98	664	4 276	691
Yhteensä	196 313	1 098	24	474	255	1 485	9 571	1 545

Talokohtaisen lämmityksen metallipäästöt vuonna 2005.								
Sijainti	Metallipäästöt ilmaan (kg/a)							
	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	V
Taajamat	9,2	9,0	40,1	29,5	3,4	485,5	92,5	1 860,4
Haja-asutus	5,7	6,3	24,7	21,3	2,7	259,9	67,8	1 047,4
Yhteensä	14,9	15,3	64,7	50,7	6,1	745,4	160,3	2 907,8

## 2.8.4

### Loma-asutuksen lämmityksen päästöt

Vapaa-ajan asuminen on saavuttanut suuren suosion Suomessa. Suhteutettuna väkilukuun Suomi on Euroopan suurin mökkeilymaa (Sisäasiainministeriö 2007). Keski-Suomessa on Suomen maakunnista neljänneksi eniten vapaa-ajan asuntoja. Keski-Suomen maakunnassa oli vuonna 2005 yhteensä 33 500 vapaa-ajan asuntoa ja vapaa-ajan asuntojen säännöllisiä käyttäjiä noin 134 000 (4 mökkiä kohden) (StatFin 2007c).

Loma-asuntojen sähköenergian kulutus sisältyy sähkötilastojen yksityiseen sähköenergiankulutukseen (ks. luku 2.8.3). Mökkeilyn osuus sähkön kulutuksesta on alle prosentin luokkaa (Sisäasiainministeriö 2007). Mökeillä käytetyin polttoaine on puu, joten tässä tarkastelussa oletetaan päästöjä laskettaessa, että muita polttoaineita ei vapaa-ajan asunnoilla käytetä. Lähteestä riippuen asunnon keskimääräinen polt-



topuun kulutus on noin 2-3 m<sup>3</sup>/asunto. Keskimääräinen koivuhalon lämpömäärä 20 prosentin käyttökosteudessa on noin 1700 kWh/p-m<sup>3</sup>. Yhdenvapaa-ajan asunnon kokonaispuunkulutukseksi saadaan 1700 kWh \* 2m<sup>3</sup>/asunto = 3 400 kWh/asunto. Keski-Suomen vapaa-ajan asuntojen kokonaispuunkulutukseksi saadaan siis 3 400 kWh/vapaa-ajan asunto \* 33 500 vapaa-ajan asuntoa = 113 900 000 kWh = 113 900 MWh = 113,9 GWh = 410 040 GJ = 410 TJ.

Puun pienpolton päästöjen arvioinnista on vielä melko vaikea saada suomalaista kirjallisuutta. Tässä tarkastelussa käytetään samoja puun pienpolton päästökertoimia kuin Kymenlaakson alueellisessa ympäristöanalyysissä (Koskela 2004).

Taulukko 24. Keski-Suomen vapaa-ajan asuntojen puun pienkäytön savukaasupäästöjen laskennassa käytetyt päästökertoimet.

Päästö	Päästökerroin (mg/MJpa)		
NO <sub>2</sub>	50	—	100
SO <sub>2</sub>	14	—	60
CO	1800	—	7000
TSP	30	—	1000
PM <sub>10</sub>	30	—	1000
PM <sub>2,5</sub>	29	—	960
VOC	1400	—	2800

Edellä mainituilla kertoimilla laskettu karkea arvio vapaa-ajan asuntojen puun pienkäytön savukaasupäästöjen vaihteluvälille on esitetty taulukossa 25. Laskennassa puunkulutuksena käytetään aiemmin määritettyä 410 TJ:a.

Taulukko 25. Arvio Keski-Suomen vapaa-ajan asuntojen savukaasupäästöistä vuonna 2005.

Päästö	Arvioitu kokonaispäästö (t/a)		
NO <sub>2</sub>	20,50	—	41,00 *
SO <sub>2</sub>	5,74	—	24,60 *
CO	738,00	—	2870,00 *
TSP	12,30	—	410,00
PM <sub>10</sub>	12,30	—	410,00
PM <sub>2,5</sub>	11,89	—	393,60
VOC	574,00	—	1148,00

\* Päästöjen keskiarvoja on käytetty kokonaispäästöjen arvioinnissa ja ympäristövaikutusarvioinnissa.

Vaikutusarvioinnissa on käytetty yllä olevien lukujen keskiarvoja typpioksidin (NO<sub>2</sub>), rikkidioksidin (SO<sub>2</sub>) ja hiilimonoksidin (CO) osalta. Hiukkaset ja haihtuvat orgaaniset yhdisteet arvioitiin suhteellisin osuuksina Suomen kokonaispäästöistä (taulukko 26). Ympäristöministeriön ilmansuojeluohjelmassa esitetyn arvion mukaan puun pienpolto aiheutti noin 40 % hengitettävien hiukkasten (PM<sub>10</sub>) ja noin puolet pienhiukkasten (PM<sub>2,5</sub>) päästöistä. Noin 20 % haihtuvien orgaanisten yhdisteiden päästöistä syntyi puun pienpoltossa (Ympäristöministeriö 2002).

Vuonna 2005 puun pienpoltolla tuotettiin Suomessa energiaa 50 060 TJ, josta vapaa-ajan asuntojen osuus oli 5 390 TJ, eli 10,8 % (Tilastokeskus 2007d). Keski-Suomen osuus (410 TJ) koko Suomen vapaa-ajan asuntojen pienpoltosta oli 7,6 %. Tämän prosenttiosuuden avulla on laskettu taulukossa 26 esitetyt Keski-Suomen pienpolton päästömäärät.

Taulukko 26. Savukaasupäästöt Suomessa (Ympäristöhallinto 2007) ja Keski-Suomen vapaa-ajanasunnoissa vuonna 2005.

Päästö	Kokonaispäästöt Suomi (t/a)	Pienpoltto, koko Suomi (t/a)	Pienpoltto, koko Suomi, vapaa-ajan asunnot (t/a)	Pienpoltto, Keski-Suomi, vapaa-ajan asunnot (t/a)
PM <sub>10</sub>	51 300,00	20 520,00	2 209,40	168,06 *
PM <sub>2,5</sub>	34 100,00	17 050,00	1 835,79	139,64 *
NM VOC	131 500,00	26 300,00	2 831,74	215,40 *

\* Käytetty kokonaispäästöjen arvioinnissa ja ympäristövaikutusarvioinnissa.

Yllä olevia taulukoita tarkasteltaessa on muistettava, että arviot yhdyskuntien pienpolton päästöistä ovat suuntaa antavia, sillä kattiloiden ja tulisijojen määristä ja käyttöasteista on olemassa huonosti tilastotietoa. Myöskään puuta toissijaisena tai täydentävänä lämmitysmuotona käyttäviä asuntoja ei ole rekisteröity. Lisäksi käytetyt päästökertoimet ovat usein monen eri lähteen keskiarvoja, jolloin tulokset saattavat vääristyä.

## 2.8.5

### Yhdyskuntajätevedet

Viemäriverkoston piiriin Keski-Suomessa vuonna 2005 kuului 211 700 asukasta. Viemäriverkoston piiriin kuulumattomia oli siis noin 56 200 asukasta (Voutilainen 2007). Selänteen (2007) arvion mukaan kiinteistökohtaisesti käsiteltiin noin 46 500 asukaan jätevedet. Arviolta noin 5 000 asukasta oli ilman viemäriä. Noin 4 600 asukkaan jätevedet kerättiin säiliöön ja toimitettiin jätevedenpuhdistamolle.

Viemäriverkoston piiriin kuuluvien asukkaiden jätevesien aiheuttama kuormitus vesistöihin oli Keski-Suomessa vuonna 2005 yhteensä 1 010,6 t typpeä, 12,4 t fosforia ja 272,5 t orgaanista ainetta (BOD<sub>7</sub>ATU) (Vahti). Haja-asutuksen kuormitukseksi Selänne (2007) on arvioinut typelle 135,8 t/a ja fosforille 20,3 t/a. Kesämökkien fosforikuormitukseksi saatiin 2,9 t/a ja typpikuormitukseksi 11,9 t/a.

Haja- ja loma-asutuksen orgaanisen aineksen kuormitus arvioitiin laskennallisesti. Arviolta 88 prosenttia haja-asutuksesta käyttää vesikäymälää. Erilaisten kiinteistökohtaisten puhdistusmenetelmien jälkeen arvioidaan vesikäymälöitä käyttävistä kiinteistöistä päätyvän vesistöihin 14,4 t orgaanista ainetta vuodessa (taulukko 27). Koska kuivakäymälöissä ja loma-asutuksessa ei käytetä puhdistusmenetelmiä, arvioitiin orgaanisen aineen määrä oletuskertoimien avulla potentiaalisena kuormituksena (Kaakkois-Suomen ympäristökeskus 2007). Kuivakäymälällisen asunnon vuosikuormitus on arviolta 4,4 kg orgaanista ainetta/as/a. Loma-asutuksen orgaanisen kuormituksen ominaiskerroin on 0,72 kg/as/a.

Taulukko 27. Keski-Suomen jätevesien ravinnekuormitus vuonna 2005.

Jätevesikuormitus	Asukkaita (hlö)	P (t)	N (t)	BOD <sub>7</sub> (t)
Viemäriverkoston piiriin kuuluvat	211 700	12, 4	1 010, 6	272, 5
Haja-asutus	56 200	20, 3	135, 8	44, 1
- kuivakäymälät	6 744	2, 436	16, 296	29, 7
- vesikäymälät	49 456	17, 864	119, 504	14, 4
Loma-asutus	134 000	2, 9	11, 9	96, 5
Yhteensä		35, 6	1 158,3	413,1

Jätevedenkäsittelyn metaanipäästöiksi arvioitiin IPCC:n laskentakaavaa käyttäen yhteensä 263 tonnia ja dityppioksidipäästöksi 16,6 tonnia vuodessa (IPCC 2000) (taulukko 28). Lähes 90 prosenttia metaanipäästöistä syntyy haja-asutuksen jätevedenkäsittelyssä. Sen sijaan suurin osa dityppioksidipäästöistä syntyy jätevedenpuhdistamoilla.

Taulukko 28. Yhdyskuntien jätevesien käsittelyn päästöt ilmaan Keski-Suomessa vuonna 2005.

Sijainti	Päästöt t/a	
	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O
Taajamat	14,6	15,9
Haja-asutus	228,3	0,6
Loma-asutus	19,8	0,2
<b>Yhteensä</b>	<b>262,6</b>	<b>16,6</b>

## 2.8.6

**Yhdyskuntajätteet**

Keski-Suomen jätehuoltomääräyksien mukaan jätteen tuottajan on käsiteltävä erillään hyötyjätteet, ongelmajätteet ja erityisjätteet sekä toimitettava ne hyödynnettäväksi tai erilliskäsittelyyn kunnallisten määräysten mukaisesti. Biojätteen erilliskeräys on järjestetty yli puolessa Keski-Suomen kunnista. Muita erikseen kerättäviä hyötyjätteitä ovat paperi, pahvi, lasi ja metalli. Joissakin Keski-Suomen kunnissa on myös määräyksiä tekstiilien ja energijätteen keräilystä (Yli-Kauppila & Niemi 2003).

Keski-Suomessa oli vuonna 2005 neljä yhdyskuntajätteen kaatopaikkaa: Jyväskylän Mustankorkea, Saarijärven Sammakkokangas, Keuruun Talvisalo ja Jämsän Metsä-Kivelä. Näille kaatopaikoille läjitettiin kaikkiaan noin 73 100 tonnia yhdyskunta- ja rakennusjätettä.

Yhdyskuntajätteen kaatopaikoilla laskettiin muodostuvan 2 175 tonnia metaania vuonna 2005. Kaatopaikalle sijoitettujen jätteiden aiheuttamat metaanipäästöt arvioitiin IPCC:n massatasemenetelmällä (IPCC 2000 [Tier 1] ja liite 5). Keski-Suomen kaatopaikoista ainoastaan Jyväskylän Mustankorkealla on metaanin talteenottojärjestelmä.

## 2.8.7

**Ruohonleikkureiden päästöt**

Lähinnä omakoti- ja rivitalojen sekä yleisten alueiden hoidossa käytettyjen ruohonleikkureiden päästöjen arviointi on vaikeaa, koska ruohonleikkureiden määrää ja käyttöastetta ei tunneta alueellisesti. Koko Suomen osalta ruohonleikkureiden vuosittaiset päästöt on esitetty Tyko-laskentaohjelmassa (VTT 2006a), minkä perusteella on arvioitu myös Keski-Suomessa syntyvien päästöjen osuus. Keski-Suomen ruohonleikkureiden päästöt on arvioitu maakunnan omakoti- ja rivitalojen määrän perusteella. Vuonna 2004 Keski-Suomessa oli noin 5,7 % koko Suomen omakoti- ja rivitalokannasta (Tilastokeskus 2006a), jolloin Keski-Suomen alueen päästöarvioksi saadaan taulukossa 29 ilmoitetut tunnusluvut.

Taulukko 29. Ruohonleikkureiden päästöt Keski-Suomessa 2000-luvun alussa.

	Päästöt ilmaan (t/a)							
	CO <sub>2</sub>	N <sub>2</sub> O	CH <sub>4</sub>	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	CO	NMHC	NH <sub>3</sub>
Ruohonleikkurit	5 093,6	0,1	6,1	0,2	10,8	1 257,2	78,1	0,2

## Yhteenveto yhdyskuntien päästöistä

Yhdyskuntien suurimmat kasvihuonekaasupäästöt (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> ja N<sub>2</sub>O) aiheuttavat energiantuotannosta ja taajamien talokohtaisesta lämmityksestä, sekä kaatopaikkojen metaanipäästöistä. energiantuotanto aiheuttaa myös suurimman osan yhdyskunnat –sektorin happamoittavista päästöistä (NO<sub>x</sub> ja SO<sub>2</sub>). (Taulukko 30).

Laskelmien perusteella haja- ja loma-asutuksen jäteveden fosforipäästö veteen on noin 100 % suurempi kuin yhdyskuntien jätevesien puhdistamoilta vesistöihin lankeava fosforikuormitus (taulukko 31).

Taulukko 30. Yhdyskuntien päästöt ilmaan vuonna 2005.

	Päästöt ilmaan (t/a)								
	CO <sub>2</sub> foss.	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	NO <sub>x</sub>	SO <sub>2</sub>	Hiukkaset	CO	(NM)VOC	(NM)HC
Yhdyskuntien energiantuotanto	538 405,2	214,3	31,5	1 208,7	1 514,8	381,1	1 072,6	88,4	
Taajamien talokohtainen lämmitys	125 256,1	609,0	13,5	277,3	157,3	821,6	5 294,8	854,7	
Haja- ja loma-asutuksen lämmitys	71 056,9	489,3	10,1	227,3	112,8	971,3	6 080,0	906,1	
Yhdyskuntien kaatopaikat		2 175,0							
Taajamien jäteveden käsittely <sup>1)</sup>		14,6	15,9						
Haja- ja loma-asutuksen jäteveden käsittely		248,0	0,7						
Ruohonleikkurit <sup>2)</sup>	5 093,6	6,1	0,1	10,8	0,2	0,2	1 257,2		78,1
<b>Yhteensä</b>	<b>739 811,7</b>	<b>3 756,4</b>	<b>71,8</b>	<b>1 724,1</b>	<b>1 785,1</b>	<b>2 174,2</b>	<b>13 704,6</b>	<b>1 849,2</b>	<b>78,1</b>

<sup>1)</sup> sisältää yhdyskuntien jätevedenpuhdistamoilla käsitellyn teollisuuden jäteveden

<sup>2)</sup> ruohonleikkureiden päästöistä puolet jaettiin vaikutusten arvioinnissa taajamiin ja puolet haja-asutukseen

Taulukko 31. Yhdyskuntien päästöt veteen vuonna 2005.

	Päästöt veteen (t/a)			
	P	N	BOD	NH <sub>4</sub> + <sup>1)</sup>
Yhdyskuntien jätevesi/kaatopaikat *	12,4	1010,6	272,5	703,3
Haja- ja loma-asutus	23,2	147,7	140,6	
<b>Yhteensä</b>	<b>35,6</b>	<b>1158,3</b>	<b>413,1</b>	<b>703,3</b>

\* Vahti

<sup>1)</sup> sisältyy N päästöihin 1010,6t/a

## Liikenne

### Liikenteen yleiskuvaus

Vilkkaan elinkeinoelämän ja vahvan vientiteollisuuden vuoksi vahvasti maantiekuljetuksista riippuvainen Keski-Suomi sijaitsee pääteiden risteysalueella logistisesti keskeisessä paikassa. Maakunnan pääteillä kulkee paljon pitkämatkaista raskasta liikennettä, joka sulautuu asutuksen ja kaupan keskittymien läheisyydessä paikallisiin henkilö- ja tavarakuljetuksiin. Maakuntaa halkova valtatie 4 on yksi maamme keskeisimmistä tavarankuljetusväylistä. Nelostien lisäksi valtatie yhdeksän, Orivesi-Pieksämäki junarata ja lentokenttä ovat maakunnan liikenteen ja elinkeinoelämän keskeisiä tukipilareita.

Keski-Suomen vesiliikenne on painottunut huvi- ja virkistysveneilyyn sekä pienimuotoisen vesistömatkailuun. Vesistöjen sisäjärviluonteesta, meriyhteyden puuttumisesta ja hyvistä tieliikenneyhteyksistä johtuen vesistöjen rahti- ja henkilöliikenteellinen merkitys on vähäinen.

Keski-Suomen alueella sijaitsee kaksi lentoasemaa, joista Jyväskylän lentoasema on sotilas- ja siviili liikenteen yhteiskäytössä. Hallin lentoasema palvelee lähinnä sotilasliikennettä. Lisäksi maakunnassa on joitakin harrastajakäytössä olevia lentokenttä (mm. Pihtipudas ja Viitasaari), joiden vähäisestä liikenteestä aiheutuvat päästöt on jätetty inventaarion ulkopuolelle.

## 2.9.2

### Liikenteen kuormituksen laskenta

Keski-Suomen liikenteen aiheuttamat päästöt on esitetty liikennemuodoittain (tie-, raide-, vesi- ja lentoliikenne). Liikenteen päästölaskennan keskeisin tietolähde oli VTT:n LIPASTO-liikenteen päästölaskentajärjestelmä ja siihen sisältyvät eri liikennemuotoja palvelevat alamallit LIISA 2005 (lääni- ja kuntakohtaisista tiedoista), RAILI 2005 (rataosakohtaiset päästötiedot) ja ILMI 2005. Raideliikenteen henkilö- ja tavaraliikenteen päästöosuudet on arvioitu erikseen.

## 2.9.3

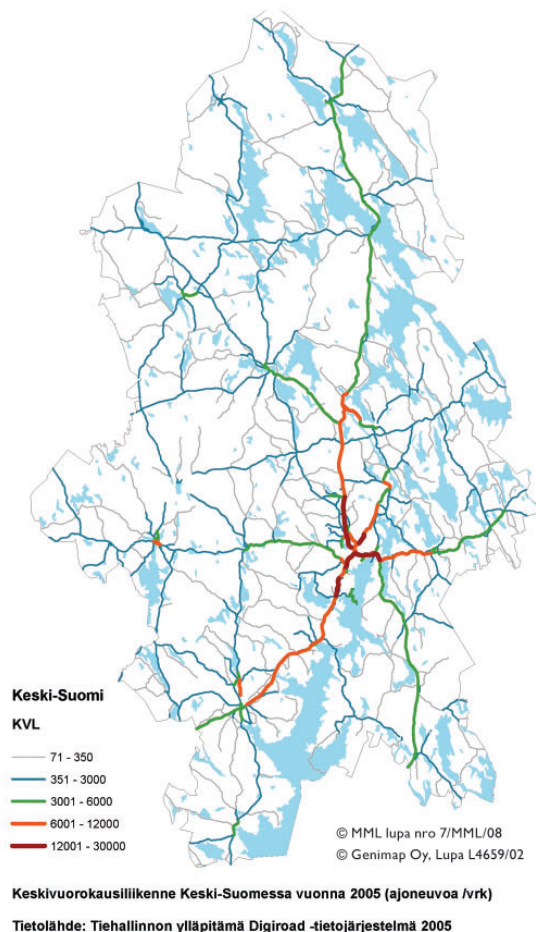
### Tieliikenne

Keski-Suomen maakunnan alueella vuonna 2005 yleisiä teitä oli yhteensä 5 233 km, josta valtateitä 674 km, kantateitä 348 km, seututeitä 855 km ja yhdysteitä 3 355 km (Tiehallinto 2006). Keski-Suomen teiden keskivuorokausiliikenne (KVL) yleisillä teillä on esitetty kuvassa 1. Maakunnan liikennöidyimmät väylät ovat Jyväskylän kaupungin kautta suuntautuvat valtatieltä 4 (E 75), 9 (E 63), 18, 23 ja 13.

Koska Keski-Suomen liikenneväylien transitoliikenne (kauttakulkuliikenne kahden valtion välillä kolmannen valtion alueen kautta) on erittäin vähäistä, kauttakulun aiheuttamat päästöt jätettiin analyysin ulkopuolelle.

### Päästöt

Henkilöautoliikenne aiheuttaa suurimmat päästöt lähes kaikkien päästölajien osalta. Myös kuorma-autojen päästöt ovat merkittäviä erityisesti typen oksidien, rikkidioksidin, hiukkasten ja hiilidioksidin osalta (taulukko 32) (kuva 2).

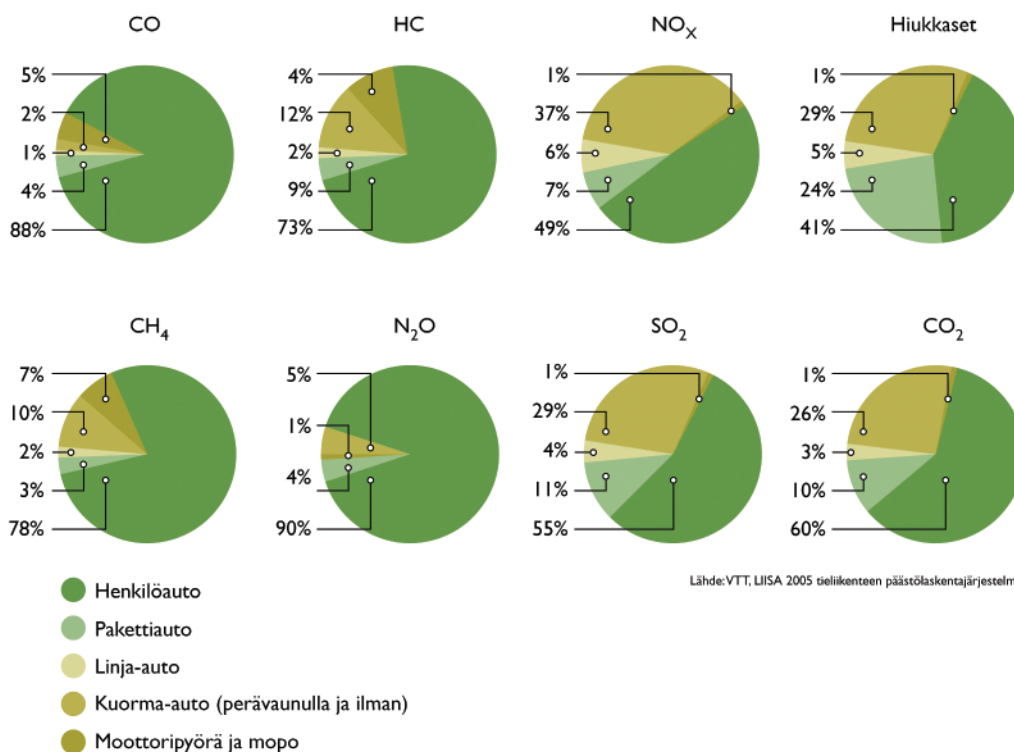


Kuva 1. Keskivuorokausiliikenne Keski-Suomen teillä.

Taulukko 32. Keski-Suomen tieliikenteen päästöt ilmaan ajoneuvoluokittain vuonna 2005, VTT LIISA-2005 (VTT 2007a)

	Päästöt ilmaan t/a								Polttoain. kul. t/a	Suoritemilj. km/a
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	NO <sub>x</sub>	SO <sub>2</sub>	CO	Hiuk.	HC		
Moottoripyörät ja mopot	4153,60	7,50	0,10	9,70	0,02	742,90	0,80	143,70	1325,60	50,66
Henkilöautot	416748,70	82,30	102,10	1642,70	2,30	12231,70	71,00	1235,90	132854,10	2600,00
Pakettiautot	2679,10	1,69	0,09	15,54	0,01	241,39	0,09	24,88	855,04	253,30
Linja-autot	758,86	0,15	0,02	1,03	0,002	12,80	0,002	0,86	242,19	27,80
Kuorma-autot (ja raskaammat)	68254,41	0,98	4,38	234,34	0,44	229,85	41,66	43,88	21682,32	196,60
<b>Yhteensä</b>	<b>492594,70</b>	<b>92,60</b>	<b>106,70</b>	<b>1903,30</b>	<b>2,80</b>	<b>13458,60</b>	<b>113,60</b>	<b>1449,20</b>	<b>156959,20</b>	<b>3128,36</b>

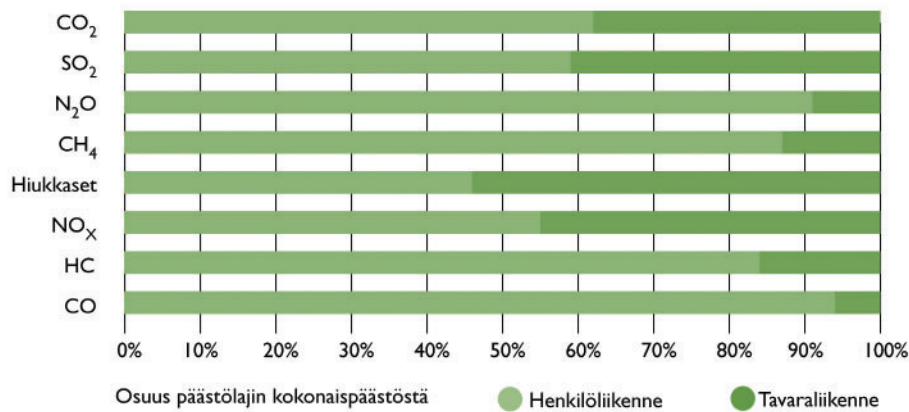
Tieliikenteen päästöjä arvioitiin erikseen myös henkilöliikenteen ja tavaraliikenteen osalta. Henkilöliikenteestä aiheutuviksi katsottiin päästöt, jotka syntyivät moottoripyöristä ja mopoista, henkilöautoista ja linja-autoista. Tavaraliikenteen päästöiksi laskettiin pääasiassa tavaroiden kuljetukseen käytettävien paketti- ja kuorma-autojen sekä edelleen raskaamman liikenteen päästöt.



Kuva 2. Keski-Suomen tieliikenteen päästöt ajoneuvotyypeittäin vuonna 2005.

Keski-Suomessa liikennesuorite oli 2678,5 miljoonaa autokilometriä vuonna 2005. Tavaraliikenteen suorite samana vuonna oli 449,9 miljoonaa autokilometriä (VTT 2007, LIISA lääni ja kuntakohtaiset päästöt). Henkilöliikenne aiheutti vuonna 2005 huomattavasti tavaraliikennettä suuremmat päästöt. Tavaraliikenteen osuus on suurin vain hiukkaspäästöjen osalta, mikä selittyy raskaiden dieselmoottorien korkeilla hiukkaspäästöillä (kuva 3).





Kuva 3. Keski-Suomen henkilö- ja tavaraliikenteen osuudet tieliikenteen kokonaispäästöistä.

#### 2.9.4

### Raideliikenne

Jyväskylän kaupunki on Keski-Suomen rautatieliikenteen keskus, josta rautatieyhteydet lähtevät neljään pääilman-suuntaan (kuva 4). Eteläinen rata johtaa Jämsän ja Jämsänkosken kautta Orivedelle. Erittäin vähän liikennöity ja rakenteiltaan vanha pohjoiseen suuntautuva rata johtaa Haapavedelle. Läntinen rata kulkee Keuruun kautta Haapamäelle, jossa rata haarautuu Orivedelle ja Seinäjoelle. Haapamäeltä Parkanoon johtava raide on poistettu liikennekäytöstä. Jyväskylästä itään kulkeva raide johtaa Pieksämäelle.

Keski-Suomen radoista sähköistettyjä ovat Jyväskylästä Jämsän kautta Orivedelle johtava rata sekä Jyväskylästä Pieksämäelle johtava rata. Pohjoiseen ja länteen suuntautuvilla radoilla liikennöidään dieselvetureilla. Maakunnan kaikki rataosat ovat yksiraiteisia (Ratahallintokeskus 2006a). Sekä tavar- että henkilöliikenteellisesti merkittävimmät radat ovat eteläinen Jyväskylä-Jämsä-Orivesi ja itäinen Jyväskylä-Pieksämäki.



Kuva 4. Rautatiet Keski-Suomessa.

### Päästöt

Rautatieliikenteen päästötiedot on saatu Raili 2005 -laskentajärjestelmästä, jonka perustan muodostavat rataosa- ja ratapihakohtaiset liikennöintitiedot. Järjestelmä laskee rautatieliikenteen aiheuttamien pakokaasujen määrän ja energiankulutuksen vuonna 2005 rataosilla ja ratapihoilla jaoteltuna junalajin (henkilöjuna, tavarajuna, pelkkä veturi), veturityypin (sähköveturit (2 erilaista + Pendolino), dieselveturit (6 erilaista)) ja painoluokan (t) mukaan (VTT 2006d). Maakunnalliset tulokset on laskettu rataosakohtaisista päästöistä suhteuttamalla kullakin rataosalla syntyvät

päästöt Keski-Suomen maakunnan alueelle sijoittuvan radan osuuteen. Malli kattaa seuraavat yhdisteet: hiilimonoksidi (CO), hiilivedyt (HC), typen oksidit (NO<sub>x</sub>), hiukaset (PM), rikkidioksidi (SO<sub>2</sub>) sekä hiilidioksidi (CO<sub>2</sub>). Laskennassa on mukana myös polttonesteenkulutus ja energian käyttö. Rataosa- ja junalajikohtaiset (henkilöjuna, tavarajuna, pelkkä veturi) päästöt on laskettu yhteen jolloin on saatu koko maakuntaa kuvaavat henkilö- ja tavaraliikenteen päästöt sekä vetureista aiheutuva kuormitus. Ratapihoilla syntyvät päästöt on laskettu niin ikään yhteen kuvaamaan ratapihoilta (4kpl) aiheutuvia kokonaispäästöjä.

Rataosien päästöt sisältävät molempien liikennöintisuuntien sekä diesel- että sähköjunien yhteenlasketut tulokset (taulukko 33). Dieseljunien päästöt ovat peräisin polttoaineena käytetystä dieselöljystä. Sähköjunien päästöt muodostuvat välillisistä päästöistä eli sähköntuotannossa aiheutuvista päästöistä. Energian kulutuksen lisäyskertoimen kautta laskennassa on myös huomioitu pienistä rautatieliikenteeseen liittyvissä toimenpiteistä, kuten vaununlämmityksestä, kaluston käyttövalmiusajasta, valmistus- ja lopetusajoista (mm. vetokaluston ja vaunujen liittäminen), dieseljunien aggregaateista sekä kaluston ylimääräisissä siirroista syntyneet päästöt (VTT 2006 b).

Maakunnan henkilöliikenne on voimakkaasti painottunut sähköistetyille Jyväskylältä Jämsän kautta Orivedelle ja Jyväskylästä Pieksämäelle suuntautuville rataosille, joilla kulki Ratahallintokeskuksen (2006b) mukaan noin 92,4 prosenttia maakunnan kaukoliikenteen matkustajavirroista. Jäljelle jäävä henkilöliikenteen osuus (7,6 %) kuljettiin Jyväskylän ja Haapamäen välisellä dieselvetureilla liikennöidyllä rataosuudella. Jyväskylä-Saarijärvi-Haapajärvi rataosilla ei ollut mainittavaa henkilöliikennettä, vaan rataosalla harjoitettiin lähes yksinomaan vähäistä tavaraliikennettä.

Ratapihojen päästöt sisältävät vaihto-, siirto- ym. töiden päästöt ja niiden laskenta perustuu ratapiha- ja veturityyppikohtaisiin työtunteihin (taulukko 33). Päästöt on arvioitu Jyväskylän, Jämsänkosken, Äänekosken ja Suolahden ratapihoilta. Käytetyt veturit ovat dieselkäyttöisiä. (VTT 2006c)

Taulukko 33. Raideliikenteen päästöt ja energiankulutus Keski-Suomessa vuonna 2005 <sup>1)</sup> (VTT 2006 c).

	Päästöt ilmaan t/a										
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	NO <sub>x</sub>	SO <sub>2</sub>	Hiuk.	CO	HC	Polttoain. kul. t/a	Prim. energian kulutus(GJ/a) <sup>2</sup>	Sähköenergian kulutus(MWh/a) <sup>3</sup>
Tavaraliikenne	8 465,7	0,6	0,5	141,7	4,8	2,9	18,7	8,1	1 668,6	158 660,0	12 254,8
Henkilöliikenne	5 170,4	0,5	0,4	59,7	4,3	1,5	9,8	3,6	839,2	154 750,1	16 732,4
Ratapihat	701,6	0,0	0,0	18,1	0,0	0,3	2,2	1,0	221,7	9 534,3	0,0
Pelkät veturit	816,4	0,0	0,0	19,1	0,1	0,3	2,4	1,1	232,4	12 202,2	311,2
<b>Yhteensä</b>	<b>15 154,1</b>	<b>1,2</b>	<b>0,9</b>	<b>238,6</b>	<b>9,3</b>	<b>5,1</b>	<b>33,0</b>	<b>13,8</b>	<b>2 961,9</b>	<b>335 146,6</b>	<b>29 298,5</b>

1) Sähköjunaliikenteen päästöiksi on laskettu sähkökulutuksen osuus voimalaitosten päästöistä.

2) Primäärienergian laskennassa käytetty sähköenergian tuotannon hyötysuhde (53,2 %) on saatu jakamalla Tilastokeskuksen Energiatilaston ilmoittama sähkön kokonaiskulutus (81 188 GWh) sähköntuotannon energialähteiden kulutuksella (152 680 GWh).

3) Sähköjunaliikenteen ajolangasta ottaman sähköenergian määrä.

## 2.9.5

### Vesiliikenne

Keski-Suomen vesiliikenne on pääasiassa vapaa-ajan huviveneilyä. Maakunnan matalahkoilla ja karikkoisilla vesistöillä ei ole liikennöintikelpoista meriyhteyttä, mikä vuoksi vesistöjen logistinen merkitys on vähäinen. Suurimpia aluksia käytetään kesäaikaiseen iltaristeilyihin ja vähäiseen ammattikalastukseen. Keski-Suomessa ei ole tavaraliikenteellisesti merkittäviä satamia, joiden päästöt tulisi huomioida tässä työssä.



Vesiliikenteen päästöt on arvioitu paremman tiedon puuttuessa laskemalla Keski-Suomessa vuonna 2005 venerekisterissä olleiden veneiden suhteellinen osuus koko maan venekannasta ja kertomalla Meeri –laskentajärjestelmän vuoden 2005 suomen huviveneiden päästöt saadulla prosenttiosuudella (4,35 %) (taulukko 34). Huviveneitä suurempien alusten päästömäärät ovat Keski-Suomessa marginaalisia, minkä vuoksi ne jätettiin laskennan ulkopuolelle. Sen sijaan niin ikään laskennan ulkopuolelle jääneiden huvivenitän pienempien rekisteröimättömien veneiden (<15 kW) päästöjen voidaan arvioida olevan merkittäviä verrattuna rekisteröityjen veneiden päästöihin. Vaikka huomioon otetaan oletus, jonka mukaan sisävesien huviveneet olisivat keskimääräistä pienempiä ja vähäpäästöisempiä, esitettyjen lukujen voidaan olettaa olevan aliarvio maakunnan vesiliikenteen kokonaispäästöistä.

Taulukko 34. Vesiliikenteen päästöt ja energiankulutus Keski-Suomessa vuonna 2005 <sup>1)</sup> (VTT 2006 e).

	Päästöt ilmaan t/a						CO	HC	Polttoain. kul. t/a	Energian kulutus(GJ/a) <sup>2</sup>
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	NO <sub>x</sub>	SO <sub>2</sub>	Hiuk.				
Huviveneet	8696,09	8,79	0,13	59,64	0,05	15,83	1105,86	394,55	2773,04	118787,97

1) Päästöiksi on laskettu Keski-Suomen alueelle rekisteröityjen veneiden osuus koko maan huviveneliikenteen päästöistä. Huviveneliikenne on merkittävin maakunnan vesistöjen liikennekäyttämömuodoista. Esitettyjen lukujen voidaan olettaa olevan aliarvio, koska venerekisteri kattaa vain yli 15 kW veneet.

## 2.9.6

### Ilmaliikenne

Keski-Suomen ilmaliikenteen päästöistä suurin osa syntyy Jyväskylän ja Hallin lentoasemien läheisyydessä. Jyväskylän lentoasemalle laskeutui vuonna 2005 8 210 siviili-ilma-alusta ja 3 370 sotilaskonetta. Vastaavat luvut Hallin lentoasemalla olivat 615 ja 1 870 (taulukko 35).

Taulukossa 36 esitetyt päästötiedot ja arviot perustuvat VTT:n kehittämän LI-PASTO päästölaskentajärjestelmän ilmaliikennemalliin (ILMI), jonka kehittämisestä ja ylläpidosta vastaa Ilmailulaitos. Keski-Suomen ilmaliikenteen päästötietoa on saatavilla vain siviililiikenteen osalta ja tällöinkin koskien vain ns. LTO -sykliä. Näin ollen tulokset edustavat kenttien läheisyydessä tapahtuvan lentotoiminnan päästöjä (lähestyminen, laskeutuminen ja nousu). Muilta kuin Keski-Suomen kentiltä Keski-Suomen ilmatilaan suuntautuvia sotilas- ja siviilikoneiden harjoituslentoja ei otettu päästölaskennassa huomioon. Jyväskylän lentoaseman sotilaslentoliikennettä voidaan luonnehtia siviililiikenteen kaltaiseksi, koska käytetyt konetyypit ovat lähes poikkeuksetta potkuriturbiini- ja mäntämoottorikoneita. Jyväskylän lentoaseman sotilasilmailun päästöt arvioitiin suhteuttamalla ilmailulaitoksen ilmoittamat siviililiikenteen päästömäärät sotilaskoneiden laskeutumismäärään (Ilmailulaitos 2006a). Sotilasilmailun päästökehityksen osalta on huomattavaa, että sen aiheuttamien päästöjen voidaan olettaa vähentyneen huomattavasti noin kymmenen vuoden takaisten ilmavoimien lentotoiminnan uudelleenjärjestelyjen myötä.

Koska Hallin lentoaseman toiminta perustuu suurelta osin suihkuturbiinikoneiden sotilaslentoihin, ei pääasiassa potkuriturbiini- ja mäntämoottorikoneilla aiheutettuja siviililiikenteen päästömääriä voitu sellaisenaan käyttää laskennan lähtökohtana. Sotilaskoneiden aiheuttamien päästöjen laskentaan tarvittavia tietoja ei laskeutumismääriä lukuun ottamatta ollut saatavilla, joten päästöt arvioitiin suhteuttamalla Jyväskylän lentoaseman päästöt Hallin lentoaseman laskeutumismäärään ja kertomalla saatu tulos luvulla 1,5. Tulo on karkea ja oletettavasti aliarvio todellisista päästöistä.

Taulukko 35. Ilma-alusten laskeutumismäärät Ilmailulaitoksen Jyväskylän ja Hallin lentoasemilla vuonna 2005 (Ilmailulaitos 2006a).

	Siviili-ilmailu		Sotilasilmailu
	Liikenneilmailu	Yleisilmailu	
Jyväskylä	2 410	5 800	3 370
Halli	5	610	1 870

Taulukko 36. Siviili- ja sotilasilmailuun käytettyjen lentokoneiden polttoaineen kulutus sekä päästöt alle 915 metrin (3000 jalkaa) lentokorkeudessa (ns. LTO-syklin aikana) sekä Ilmailulaitoksen maakaluston polttoaineen kulutus ja päästöt vuonna 2005 (Ilmailulaitos 2006 a).

			LTO-sykli kpl	CO <sub>2</sub> t	NO <sub>x</sub> t	SO <sub>2</sub> t	CO t	HC t	Polttoaineen kulutus t
Jyväskylä	Siviili-ilmailu (liikenne- ja yleisilmailu)		5 900	1 800,0	6,5	0,600	30,00	1,10	600,0
	Ilmailulaitoksen maakalusto		-	200,0	1,6	0,002	1,00	0,30	60,0
	Sotilasilmailu		-	738,9	2,7	0,250	12,30	0,50	246,3
Halli	Siviili-ilmailu (liikenne- ja yleisilmailu)		200	10,0	0	0	2,00	0	2,0
	Ilmailulaitoksen maakalusto		-	60,0	0,5	0,001	0,40	0,10	20,0
	Sotilasilmailu		-	615,0	2,22	0,200	10,25	0,38	136,7
Yhteensä				3 423,9	13,5	1,100	56,00	2,40	1 065,0

Sotilaskoneiden osalta polttoaineen kulutus ja päästöt perustuvat arvioon. Arvion perustana on käytetty Ilmailulaitoksen siviililiiikenteen LTO –syklille ilmoittamia päästömääriä, jotka on suhteutettu sotilaskoneiden laskeutumismääriin. Hallin osalta tuloksia on painotettu lentotoiminnan luonteen ja käytettävän kaluston vuoksi kertoimella 1,5.

Laskelmissa ei ole mukana helikopterilentoja ja purjekoneita.

Edellä esitetyn lisäksi lentoliikenteen päästöjä arvioitiin myös selvittämällä Jyväskylän ja Hallin lentoasemien laskeutumismääristä (Ilmailulaitos 2006a) asemien liikenteen suhteellinen osuus koko maan lentoliikenteestä (2,82 %) ja kertomalla Suomen siviililentoliikenteen LTO -sykliin päästöt (Ilmailulaitos 2006a) tai lentotiedostelualueen kaikki päästöt (Ilmailulaitos 2006b) saadulla prosenttiosuudella. Tulos ylitti huomattavasti yllä esitetyn arvion, joka kuitenkin päätettiin valita edustamaan maakunnan lentoliikenteen päästöjä. Valtakunnallisesta aineistosta suhdeluvulla laskettu päästöosuus ei ota huomioon eri lentoasemilla käytettyjen konetyyppien eroja. Koska Keski-Suomen liikenneilmailukalusto on pääasiassa kevyempää kuin Helsinki-Vantaalla tai Helsinki-Malmilla, ei päästöjä katsottu voitavan johtaa valtakunnallisesta aineistosta suoraan laskeutumismäärien suhteessa.

## 2.9.7

### Liikennemuodot yhteensä

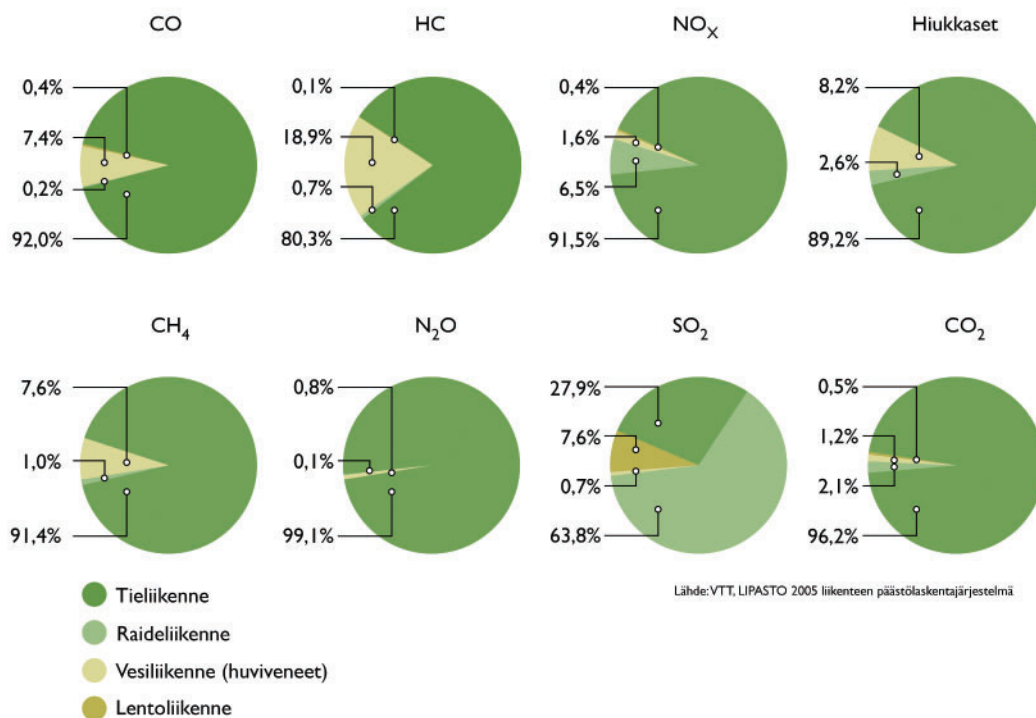
Yhteenvedo Keski-Suomen liikenteen päästöistä ilmaan eri liikennemuodoittain on esitetty taulukossa 37.

Keski-Suomen liikenteen päästöistä ilmaan suurin osa syntyy tieliikenteestä. Vain rikkidioksidin osalta raideliikenne on tieliikennettä merkittävämpi kuormittaja (taulukko 37 ja kuva 5). Tieliikenteen pitkään jatkuneesta suoritemäärien ja polttoaineen kulutuksen kasvusta huolimatta kokonaispäästöt ovat vähentyneet merkittävästi useiden päästölajien osalta. Merkittävien kasvihuonekaasujen N<sub>2</sub>O ja CO<sub>2</sub> päästöt ovat sen sijaan lisääntyneet lähes suorassa suhteessa suoritteen kasvuun.

Taulukko 37. Keski-Suomen liikenteen päästöt ilmaan liikennemuodoittain vuonna 2005 \*

	Päästöt ilmaan t/a									
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	NO <sub>x</sub>	SO <sub>2</sub>	Hiuk.	CO	HC	Polttoain. kul. t/a	
Tieliikenne	701 398,56	105,46	113,74	3 369,75	4,07	171,67	13 809,27	1 671,80	223	289,85
Raideliikenne	15 154,10	1,20	0,90	238,60	9,30	5,10	33,00	13,80	2	961,90
Vesiliikenne (huviveneet)	8 696,10	8,80	0,10	59,60	0,10	15,80	1 105,90	394,60	2	773,00
Lentoliikenne	3 423,90	-	-	13,50	1,10	-	56,00	2,40	1	065,00
Yhteensä	728 672,60	115,40	114,70	3 681,40	14,60	192,60	15 004,20	2 082,60	230	089,80

\* Päästötietojen lähteet on ilmoitettu edellä kunkin liikennemuodon laskentamenetelmän esittelyn yhteydessä.



Kuva 5. Keski-Suomen liikenteen päästöosuudet liikennemuodoittain vuonna 2005.

2.10

## Inventaarion kokonaistulokset

Päästöinventaarion tulokset on koottu toimintosektoreittain taulukkoihin 38, 39 ja 40. Tulokset kuvaavat yhden vuoden aikana syntyneiden päästöjen määrää 2000-luvun alussa. Käytetyt lähtötiedot tiedot ovat pääasiassa vuodelta 2005. Joidenkin parametrien ja toimintojen osalta luvut ovat vuosilta 2003 ja 2004. Lähdetiedon vuosi on mainittu yllä kunkin toimintosektorin päästöinventointia kuvaavissa luvuissa.

Keskeisten kasvihuonekaasujen päästöosuudet on koottu kuvaan 6. Keski-Suomen suurimmat hiilidioksidipäästöt syntyvät yhdyskuntatoiminnoissa ja liikenteessä. Teollisuus on Keski-Suomen kolmanneksi suurin hiilidioksidin tuottaja. Muista merkittävistä kasvihuonekaasupäästöistä (NO<sub>2</sub> ja CH<sub>4</sub>) merkittävin osa syntyy maataloudessa muun muassa lannan käsittelyn, lannoituksen ja maanmuokkauksen yhteydessä. Maatalouden lisäksi merkittäviä typpioksiduulin ja metaanin päästölähteitä ovat yhdyskunnat, liikenne (ei metaani) ja teollisuus. (kuva 6 ja taulukko 39).

Taulukko 38. Keski-Suomen maakunnan päästöt ilmaan toimintosektoreittain 2000-luvun alussa.

Toimintosektori	Päästöt ilmaan t/a									
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	NO <sub>x</sub>	SO <sub>2</sub>	Hiuk.	CO	(NM)VOC	NH <sub>3</sub>	HC
Maatalous	232 879,2	4 511,7	340,9	422,3	7,7	46,1	198,4		995,3	70,2
Metsätalous	26 760,1	4,0	0,7	254,3	11,2	22,0	637,5			209,2
Turvetuotanto	7 483,8	0,4	1,4	100,2	8,2	10,1	44,8			15,1
Maa-ainesten otto	21 111,7	16,9		196,5	14,6	29,4	124,0	56,8		
Teollisuus	691 073,6	1 315,9	81,6	3 210,9	2 520,6	1 176,8	2 917,2	1 265,6		
Yhdyskunnat 1)	739 811,7	3 756,4	71,8	1 724,1	1 785,1	2 174,2	13 704,6	1 849,2		
Liikenne	728 672,6	115,4	114,7	3 681,4	14,6	192,6	15 004,2			2 082,6
<b>Yhteensä</b>	<b>2 447 792,7</b>	<b>9 720,7</b>	<b>611,1</b>	<b>9 589,7</b>	<b>4 362,0</b>	<b>3 651,2</b>	<b>32 630,7</b>	<b>3 171,6</b>	<b>995,3</b>	<b>2 377,1</b>

1) Yhdyskunnat sisältää haja- ja loma-asutuksesta aiheutuvat päästöt

Taulukko 39. Keski-Suomen ravinnepestöt vesistöihin toimintosektoreittain 2000-luvun alussa.

Toimintosektori	P	Päästöt vesiin (t/a)		
		N	BOD	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>
Maatalous	96,3	1 617,0	49,3	
Metsätalous	15,5	250,4		
Kalankasvatus	2,9	24,3		
Turvetuotanto	2,0	55,5		?
Teollisuus	14,2	204,7	450,9	
Yhdyskunnat	35,6	1158,3	413,1	703,3
Yhteensä	166,0	3296,6	913,3	703,3

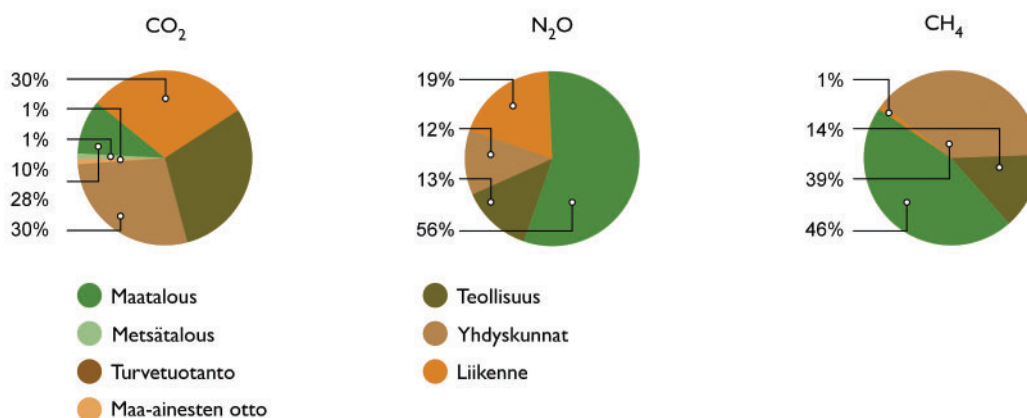
Taulukko 40. Vaikutusarviointimallissa käytetyt toimintosektorit ja niiden aiheuttamat päästöt vuotta kohti 2000-luvun alussa ympäristöongelmaluokittain ryhmiteltynä. Tiedot ovat pääsääntöisesti vuodelta 2005, mutta joiltain osin myös vuosilta 2003 ja 2004. Lähdevuosi on mainittu kutakin toimintosektoria koskevan luvun tekstissä yllä.

	Päästö (t/a)	Maatalous 1)	Metsätalous 2)	Yhdyskunnat	Haja- ja loma-asutus	Teollisuus 3)	Liikenne
Ilmastonmuutos	CO <sub>2</sub>	232 879	34 244	666 208	73 604	712 185	728 673
	N <sub>2</sub> O	341	2	61	11	82	115
	CH <sub>4</sub>	4 512	4	3 016	740	1 333	115
Alailmakehän otsonin muodostuminen	NO <sub>x</sub>	422	355	1 491	233	3 407	3 681
	NM VOC			943	906	1 322	
	CO	198	682	6 996	6 709	3 041	15 004
Happamoituminen	SO <sub>2</sub>	8	19	1 672	113	2 535	15
	NO <sub>x</sub>	422	355	1 491	233	3 407	3 681
	NH <sub>3</sub>	995					
Rehevöityminen vesistöissä	NO <sub>x</sub>	422	355	1 491	233	3 407	3 681
	NH <sub>3</sub>	995					
	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (W)			703			
Happivajaus vesistöissä	P (W)	99	17	12	23	14	
	N (W)	1 439	306	1 011	148	205	
	BOD <sub>7</sub> (W)	49		273	141	451	
	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (W)			703			

1) Kalankasvatuksen päästöt veteen sisältyvät maatalouteen

2) Turvetuotanto sisältyy metsätalouteen

3) Maa-ainesten otto sisältyy teollisuuteen



Kuva 6. Keskeisimpien kasvihuonekaasujen hiilidioksidin, typpioksiduulin ja metaanin absoluuttisten päästöosuudet toimintosektoreittain Keski-Suomessa. Haja- ja loma-asutuksen päästöt sisältyvät yhdyskuntien päästöihin.

## 3 Keski-Suomen ympäristöongelmien arvottaminen

Keski-Suomen ympäristöanalyysiin liittyen tehtiin kysely, jossa tutkittiin keski-suomalaisten vaikuttajien näkemystä tärkeimpinä pidetyistä ympäristöongelmista ja siitä, miten ympäristönsuojelutoimenpiteet pitäisi Keski-Suomessa kohdentaa. Kysely ja sen tulosten käsittely ovat osa Asta Korppisen Jyväskylän yliopistoon tekemää pro gradu -tutkielmaa. Tutkimuksen eräänä perusasetelmana oli vertailla Keski-Suomen ympäristökeskuksen asiantuntijoiden ja keski-suomalaisten vaikuttajien näkemyseroja. Tutkimus perustuu Suomen ympäristökeskuksen (SYKE) luomaan ympäristö-analyysi-menetelmään ja se toteutettiin Keski-Suomen ympäristökeskuksessa. Tutkimus kokonaisuudessaan on haettavissa Jyväskylän yliopiston kirjaston verkkotietokannasta (Korppinen 2007).

### 3.1

### Aineisto ja menetelmät

#### 3.1.1

#### Tutkimus osana Keski-Suomen ympäristöanalyysia

Keski-Suomen ympäristöanalyysin ympäristöongelmien arvottamisosio toteutettiin samassa muodossa kuin Kymenlaakson ja Etelä-Savon ympäristöanalyysissä. Eri maakunnissa kysely on toteutettu osittain eri tavoin, esimerkiksi tutkimusjoukko on muodostettu eri tavoin tai tutkimusjoukko on tavoitettu eri menetelmällä. Tässä tutkimuksessa kysely toteutettiin mahdollisimman samalla tavalla kuin Uudellamaalla alkuvuonna 2006 tehty kysely. Kyselyn tekemiseen käytettiin samaa menetelmää, ja otokseen valittiin vastaajat mahdollisimman samankaltaisista taustaorganisaatioista ja tehtävistä, kuitenkin vastaajien määrä suhteutettuna maakunnan kokoon. Uudenmaan kyselyn vastaajajoukko ei sisältänyt kuntien luottamusmiehiä, jotka Keski-Suomessa otettiin mukaan tutkimukseen. Kyselyn kohderyhmä on esitetty liitteessä 3.

Kysely toteutettiin internetin välityksellä käytettävällä Webropol -ohjelmalla, jonka kautta vastaajat saivat sähköpostilla saatteen ja linkin kyselyyn. Kun Uudenmaan ympäristöanalyysin kyselyssä kaikkia vastaajia ei tavoitettu sähköpostitse ja tästä syystä otos pieneni noin 40 vastaajalla, Keski-Suomessa vastaajajoukkoa tarkistettiin vielä kyselyn lähettämisen jälkeenkin ja otos pysyi suunnitellun kaltaisena. Tutkimuksen sisältämien näkökulmien lisäämiseksi ja opinnäytetyön vaatimusten täyttämiseksi kyselyyn lisättiin ympäristötietoisuutta kartoittavat kysymykset ja taustatieto-osaa laajennettiin. Näiden kyselyn osien tulokset löytyvät pro gradu -työstä. Uudellamaalla kysyttyjä nimeä, nimikettä, sähköpostia ja puhelinnumeroa ei sisällytetty kyselyn taustatietoihin.

Kyselyyn otettiin mukaan muista ympäristökeskuksista ja alkuperäisestä kyselyrungosta poiketen kuntien luottamusmiesjohtoa. Koska vaatimuksena oli, että alueellisten ympäristökeskusten tulosten tulee olla vertailtavissa, kyselyn laajentaminen toteutettiin niin, että kyselyn alkuperäinen runko ja vastaukset kysymyksiin olivat irrotettavissa varsinaiseen analyysityöhön. Vertailtavuuden säilymisen takia myöskään kyselyn ympäristöongelmien arvottamisosaa ei voitu muuttaa. Ympäristökeskuksen asiantuntijat toimivat tämän tutkimuksen vertailuryhmänä.

### Kyselyn toteutus

Kyselyssä vastaajia pyydettiin arvottamaan ne ympäristöongelmat, joilla he katsoivat olevan merkitystä ympäristönsuojelutoimenpiteiden kohdentamisen kannalta Keski-Suomessa. Vastaajalla oli mahdollisuus valita kaikki annetut 16 ympäristöongelmaa tai osa niistä. Lisäksi kyselyssä oli kolme tyhjää tekstikenttää, joihin vastaaja sai lisätä ympäristöongelmia, joita luettelossa ei ollut mainittu. Valitsemilleen ympäristöongelmille vastaajat antoivat sijalukuja 1–19 (Annetut 16 ympäristöongelmaa ja 1–3 vastaajan mahdollisesti lisäämää ympäristöongelmaa, enintään 19 sijaa). Vastaajalla oli käytettävissään ympäristöongelmien kuvaukset, joissa oli esitetty myös tärkeimmät ongelmia aiheuttava päästöt ja päästölähteet. Vastaajia pyydettiin tutustumaan ympäristöongelmien kuvauksiin ennen vastaamista. Kysely ja kyselyn saate ovat liitteenä 2. Seuraavaksi esiteltävät kuvaukset olivat myös kyselyn liitteenä.

#### Yläilmakehän otsonin väheneminen

Yläilmakehän otsonin vähenemisellä eli otsonikadolla tarkoitetaan otsonin määrän ( $O_3$ ) vähenemistä ja otsonikerroksen ohenemista yläilmakehässä. Auringon säteilyn happimolekyyleistä muodostama otsoni poistaa maapallolle tulevasta ultraviolettisäteilystä haitallisimman osan. Otsonikato on seurausta ihmistoiminnasta vapautuneiden klooria (Cl) ja bromia (Br) sisältävien hyvin pitkäikäisten yhdisteiden kulkeutumisesta yläilmakehään. Lisääntynyt UV-säteily aiheuttaa haittaa ihmisten terveydelle (ihosyöpä) ja muille eliöille sekä nopeuttaa joidenkin elottomien materiaalien ikääntymistä. Säteily on lisääntynyt eteläisellä pallonpuoliskolla pohjoista enemmän ja eniten lähellä napoja.

#### Alailmakehän otsoni

Foto-oksiantit, joista haitallisin on alailmakehän otsoni ( $O_3$ ), syntyvät hiilivedyistä ja typen oksideista voimakkaassa auringon valossa. Otsoni ja sitä muodostava kaasut kulkeutuvat ilmapvirtausten mukana ja kasvattavat otsonipitoisuuksia laajalla alueella. Otsoni on voimakas hapetin ja ilmakehää puhdistavakin kaasu, mutta korkeat pitoisuudet alailmakehässä ovat haitallisia. Monet otsonin reaktiotuotteetkin ovat myrkyllisiä. Hengitettynä otsoni lamauttaa keuhkojen toimintaa ja aiheuttaa muun muassa yskää ja hengenahdistusta. Voimakkaana hapettimena otsoni vaurioittaa kasvien solukkoa ja heikentää puiden ja viljelyskasvien kasvua.

#### Ilmastonmuutos

Ilmastonmuutoksella tarkoitetaan ilmakehän lämpenemistä kasvihuonekaasujen lisääntymisen seurauksena. Kasvihuonekaasut päästävät lävitseen lyhytaaltoista auringonvaloa, mutta pidättävät maanpinnasta säteilevää pitkäaaltoista lämpösäteilyä. Maantieteellisesti ilmakehä lämpenee epätasaisesti. Vaikutus näkyy selvimmin pohjoisella manneralueella, jossa talvien ennustetaan lämpenevän eniten. Ilmastonmuutos voimistaa muutoksia elinympäristöissä ja kokonaiset elinympäristöt voivat hävitä kokonaan.

#### Paikallinen ilman laadun heikkeneminen

Taajamien ilman laadulle on ihmisen terveyden turvaamiseksi asetettu raja- ja/tai ohjearvoja. Paikallisen ilman laadun heikkenemisestä aiheutuu myös viihtyvyyshaittaa sekä rikki- ja typpiyhdisteiden aiheuttamia suoria kasvillisuusvaurioita.



### **Happamoituminen**

Happamoitumisella tarkoitetaan luonnon vastustuskyvyn heikkenemistä happamoittavaa laskeumaa vastaan. Maaperän vastustuskyky happamoitumista vastaan eli puskurikyky vaihtelee muun muassa alueen geologisten olojen mukaan. Happamoituminen vaikuttaa metsänkasvuun ja vesiekosysteemien pH-tasoon. Erityisen uhanalaisia happamoitumiselle ovat latvapurojen eliölajit, metsäjärvet ja karujen metsien kasvillisuus. Hapan sade aiheuttaa materiaalivaurioita myös rakennetussa ympäristössä.

### **Happivajaus vesistöissä (happea kuluttavista aineista johtuva)**

Happivajauksella tarkoitetaan tässä yhteydessä hapen kulumista, jota jätevesien mukana vesistöihin joutuvat orgaaniset yhdisteet ja ammoniumtyppi aiheuttavat. Happivajaus vaikuttaa koko vesiekosysteemiin aiheuttaen muun muassa kalakuolemia. Rehevöittävien päästöjen (fosfori, typpi) aiheuttama välillinen hapen kuluminen vesistöissä on mukana ongelmaluokassa "Rehevöityminen vesistöissä".

### **Rehevöityminen vesistöissä**

Veden rehevöitymisellä tarkoitetaan vesiekosysteemin häiriintymisestä johtuvaa veden eliöstön lisääntynyttä kasvunopeutta ja kasviplanktonin sekä vesikasvien lisääntymistä. Myös sinilevä on rehevien vesistöjen ongelma. Vesiekosysteemin lisääntyvän tuotannon seurauksena kuolleitten eliöiden hajoamiseen kuluu yhä enemmän happea. Rehevöitymisen vaikutukset vesiekosysteemeissä aiheuttavat haittaa vesien virkistyskäytölle (verkkojen limoittuminen, uimavesien heikkeneminen) ja pintavesien talousvesikäytölle.

### **Ekotoksisuus/maaperän ja vesistöjen kemikalisoituminen (jatkuva kuormitus)**

Ekotoksisuudella tarkoitetaan tässä yhteydessä jatkuvien päästöjen akuutteja (lyhytaikaisesta altistuksesta lähinnä vesistöön aiheutuvia) ja kroonisia (pitkäaikaisesta altistuksesta aiheutuvia) myrkyllisyysvaikutuksia, joita ympäristölle vaaralliset kemikaalit aiheuttavat ekosysteemeissä. Kroonisiin vaikutuksiin luetaan myrkyllisyysvaikutusten lisäksi syöpään sairastuminen, geneettiset muutokset ja lisääntymishäiriöt. Jatkuvat päästöt ilmaan eivät sisällä myrkyllisiä aineita sellaisissa pitoisuuksissa, että ne aiheuttaisivat akuutteja myrkyllisyysvaikutuksia. Torjunta-aineiden käytön haitat (maaperän ja vesivarojen paikallinen pilaantuminen) ja ympäristöonnettomuudet on rajattu omaan luokkaansa eivätkä ne sisälly tähän.

### **Maaperän ja vesivarojen paikallinen pilaantuminen (pilaantuneet maa-alueet, kaatopaikat, lannoitteet, tiesuola)**

Ihmisen toiminnan seurauksena maaperään joutuu haitallisia aineita, jotka voivat kulkeutua pohja- ja pintavesiin. Vesivarojen ja maaperän haitalliset aineet voivat muodostaa paikallisesti uhan ihmisen terveydelle sekä kasvillisuudelle ja eliöstölle.

### **Ympäristöonnettomuudet (teollisuus, kuljetukset, yhdyskunnat)**

Ympäristöonnettomuuksilla tarkoitetaan ennalta arvaamattomia onnettomuus- ja vahinkotilanteita, joiden seurauksena ympäristöön pääsee haitallisia tai myrkyllisiä yhdisteitä, jotka aiheuttavat haitallisia vaikutuksia ekosysteemeissä. Muissa ympäristöongelmaluokissa käsitellään jatkuvien päästöjen aiheuttamia vaikutuksia.

### **Maankäytön muutoksista johtuva luonnon monimuotoisuuden väheneminen**

Luonnon monimuotoisuus eli biodiversiteetti tarkoittaa kaikkea elollisen luonnon eri tasoilla esiintyvää vaihtelua: lajin yksilöiden perinnöllistä vaihtelua, tietyn alueen lajien monimuotoisuutta sekä eliöyhteisöjen monimuotoisuutta. Ihmistoiminnan vaikutukset monimuotoisuuteen johtuvat etenkin maankäytön aiheuttamasta elinympäristöjen pirstoutumisesta ja pienentymisestä sekä ekologisten verkostojen eli kulku- ja levittäytymisreittien katkeamisesta. Päästöjen suorat ja välilliset vaikutukset monimuotoisuuteen ovat huomattavasti maankäytön muutoksia vähäisemmät (ilmastonmuutosta lukuun ottamatta). Tässä yhteydessä luonnon monimuotoisuuden vähenemisiongelmaan sisällytetään vain maankäytöstä aiheutuvat muutokset.

### **Uusiutumattomien luonnonvarojen väheneminen ja joutuminen jätteeksi**

Luonnonvarojen käyttöä tarkastellaan kestävän kehityksen mukaisena varantoasiana, jonka mukaan maapallon luonnonvaroja tulee käyttää niin, että tämän sukupolven tarpeet luonnonvarojen saatavuuden suhteen tyydytetään vähentämättä tulevien sukupolvien mahdollisuuksia tarpeidensa tyydyttämiseen. Luonnonvarojen käyttöön liittyvät päästöasiat ja muut ympäristöä muuttavat tekijät maisema- ja viihtyvyysnäkökohtineen otetaan huomioon muissa ongelmaluokissa.

### **Haju**

Hajuhaitalla tarkoitetaan ihmisten kokemia epämiellyttäviä hajuaistimuksia. Alhaisin pitoisuustaso, ns. hajukynnyspitoisuus, jossa tietyn aineen aiheuttama hajuaistimus syntyy, vaihtelee merkittävästi eri ihmisillä.

### **Melu**

Melulla tarkoitetaan terveydelle haitallista tai ympäristön viihtyisyyttä merkittävästi vähentävää ääntä tai siihen rinnastettavaa ääntä. Vaikein ongelma on liikenteen kasvu tiiviisti rakennetuilla, valmiilla alueilla, joilla on vaikea toteuttaa meluntorjuntatoimenpiteitä. Hiljaisten alueiden vähentymiseen vaikuttaa liikenteen lisääntyminen ja yhdyskuntarakenteen laajentuminen. Melulähteitä ovat tieliikenne, raide-liikenne, lentoliikenne, teollisuus, työkoneet sekä meluisa vapaa-ajan toiminta (esim. moottoriveneet, vesiskootterit, moottori-ajoneuvot maastokäytössä, ruohonleikkurit, ulkoilmakonsertit jne.).

### **Maiseman ja kulttuuriympäristön heikkeneminen**

Maiseman arvot koostuvat muun muassa luonnon monimuotoisuudesta ja kauneudesta sekä kulttuuriperinnöstä. Maisemallisia suojelukohteita ovat arvokkaat maisema-alueet, kansallismaisemat sekä perinnemaisemat ja -biotoopit eli luontotyytit.

### **Virkistysmahdollisuuksien ja viihtyvyyden heikkeneminen**

Virkistysmahdollisuuksilla ja viihtyvyydellä tarkoitetaan ihmisten mahdollisuuksia nauttia asuin- ja vapaa-ajanympäristön sekä luonnon tarjoamista olosuhteista ja elämyksistä esimerkiksi ulkoilemalla, metsästäymällä tai marjastamalla. Viihtyvyyteen vaikuttavat ilman, maaperän ja vesien epäpuhtaudet, melu ja vieraat hajut sekä maisemaan liittyvät esteettiset tekijät käsitellään omilla luokillaan.



### Tutkimuksen kohderyhmä

Keski-Suomi rajattiin tutkimuksessa maantieteellisesti Keski-Suomen maakuntaan ja niihin 30 kuntaan, jotka kuuluivat Keski-Suomen ympäristökeskuksen toiminta-alueen piiriin. Vuoden 2007 alussa Äänekosken kaupungiksi yhdistyneet Äänekosken ja Suolahden kaupungit sekä Sumiaisten kunta käsiteltiin tutkimuksessa vuoden 2006 tilanteen mukaan kolmena erillisenä kuntana.

Vastaajiksi valittiin 289 alueellista vaikuttajaa: kuntien viranhaltijoita, elinkeinoelämän edustajia, järjestöjen toimijoita sekä erilaisten valtion virastojen ja tutkimus- sekä muiden laitosten edustajia. Lisäksi 207 luottamusmiestä sai kyselyn. Keski-Suomen ympäristökeskukselta valittiin 63 vastaajaa. Kokonaisotos oli 559 henkilöä.

Otoksen valinnan pääasiallisena perusteena oli vastaajan työtehtävien liittyminen ympäristöön tai ympäristöasioiden hoitoon ja että vastaajalla on mahdollisuus vaikuttaa päätöksillään ympäristön tilaan. Jokaisesta 28 kunnasta valittiin 2–10 edustajaa kunnan koon ja organisaation tehtävien mukaan, kunnanjohtajan lisäksi 1–9 henkilöä kunnan ympäristö-, maaseutu- tai tekniseltä sektorilta. Mukana kunnista oli myös esimerkiksi museoiden edustajia. Tutkimusjoukkoon valittiin kaksi erilaista ryhmää elinkeinoelämän edustajia: Ensimmäinen ryhmä sisälsi noin kymmenen yritystä, jotka toimivat ympäristösektorilla. Toiseen ryhmään valittiin parikymmentä organisaatiota sillä perusteella, että vastaajan edustamalla organisaatiolla on merkittäviä ympäristövaikutuksia. Lisäksi toiseen ryhmään kuului Keski-Suomen elinkeinoelämän edunvalvojaryhmien edustajia. Yritysten määrä suhteutettiin Uudenmaan ympäristöanalyysiin mukaan otettujen yritysten määrään. Sopivat yritykset valittiin osin liikevaihdon, osin työllistämisaikutuksen ja osin valtakunnallisen koon perusteella. Yrityksistä valittiin toimitusjohtajan lisäksi mahdollisuuksien mukaan sellainen henkilö, joka on vastuussa organisaation ympäristöasioiden hallinnasta. Järjestöt valittiin sillä perusteella, että niiden toimintaan liittyy olennaisesti ympäristö tai luonto.

Kuntien luottamusmiehistä tutkimusjoukkoon valittiin kuntien hallitusten ja valtuustojen puheenjohtajat ja varapuheenjohtajat sekä ympäristöasioita käsittelevien lautakuntien (ympäristö-, maaseutu-, rakennus- tai teknisten lautakuntien) puheenjohtajat, yksi tai kaksi lautakunnan puheenjohtajaa kustakin kunnasta. Luottamusmiehiä valittiin 6–8 jokaisesta keskisuomalaisesta kunnasta, poikkeuksena Petäjävesi, josta sopivia luottamusmiehiä saatiin mukaan vain 4. Asiantuntijaryhmäksi kyselyyn valittiin Keski-Suomen ympäristökeskuksesta 63 varsinaista ympäristöasioihin ja ympäristönsuojeluun liittyvää työtä tekevää henkilöä. Tutkimuksessa mukana olleet organisaatiot on esitetty liitteessä 3.

### Aineiston kerääminen

Tutkimuksen aineisto kerättiin kyselytutkimuksella. Vastaajat saivat saatteen kyselyyn sähköpostitse. Saatteessa kerrottiin lyhyesti tutkimuksen taustasta ja siitä, minkälaista tietoa tulosten avulla saadaan ja mihin tuloksia käytetään. Saatteessa oli jokaiselle vastaajalle henkilökohtainen linkki kyselyyn. Tutkimusjoukkoon valittujen kuntien luottamusmiesten sähköpostiosoitteista 34:ää ei saatu tietoon. 22 heistä sai saatteen paperilla postitse kunnan kautta, 6 sai saatteen suoraan kotiin. Kirjeessä oli internetosoite, jossa kyselyyn saattoi käydä vastaamassa. Pihtiputaan kunnan 6 luottamusmiehen saate lähetettiin sähköpostilla kunnan hallinnon kautta. Varsinaisia tavoittamatta jääneitä vastaajia tutkimuksessa ei ollut. Kaikki sähköpostiositteet korjattiin toimiviksi ja poissaoloilmoituksen sähköpostiinsa jättäneet vastaajat korvattiin uusilla, vastaavissa tehtävissä toimivilla vastaajilla.

Vastaajilla oli yhteensä kolme viikkoa aikaa vastata kyselyyn (2 viikkoa ja yksi viikko lisäaikaa muistutuksen jälkeen). Kyselyn saatteet lähetettiin vastaajille 9. ja 10.11.2006. Kyselyn vastauksia pyydettiin saatteessa 24.11.2006 mennessä. Muistutuksen jälkeen vastausaikaa jatkettiin 1.12.2006 saakka ja kysely suljettiin lopulta 7.12.2006. Vastauksia saantiin yhteensä 262 kappaletta, ja vastausprosentti oli 46,5.

### 3.1.5

## Tulosten käsittely

Ympäristöongelmien arvottamiskysymyksessä 16 annettua ongelmaa ja 3 vastaajan halutessaan lisäämää ongelmaa saivat arvoja 1–19 (1 = tärkeä, 19 = vähiten tärkeä). Vastaajien lisäämiä ongelmia ei otettu mukaan tilastolliseen analyysiin. Vastaajat jaettiin eri ikäluokkiin niin, että saatiin kuusi tasakokoista ikäluokkaa (taulukko 41).

Taulukko 41. Tutkimusjoukon jakautuminen ikäluokkiin. N = vastaajien määrä.

Ikäluokat	N	%
39 ja alle	43	16,6
40-44	44	17,0
45-49	39	15,1
50-54	52	20,1
55-59	43	16,6
60 ja yli	38	14,7

### 3.1.6

## Menetelmän ja otannan arviointia

Kysely lähetettiin koko 559 henkilön otokselle kahden päivän aikana. Ensimmäisinä päivinä kysely ruuhkautui saadusta palautteesta päätellen useaan kertaan, ja siitä johtuen osa vastaajista koki, että internetkysely ei toimi. Kyselyyn lähetettiin ensin jokaiselle vastaajalle saatteen mukana henkilökohtainen linkki, joka osoittautui kerta-käyttöiseksi: vastaajat, jotka halusivat ennen vastaamista selata kyselyn kysymykset läpi, eivät päässeet enää kyselyn alkuun vastaamaan kyselyyn. Vastaajille lähetettiin tästä syystä uusi linkki. Vastaajien kokemat tekniset ongelmat ovat voineet vaikuttaa intoon vastata kyselyyn ja vähentää vastaajien määrää. Kyselyn vastausajan pidentäminen kahdesta kolmeen viikkoon oli hyödyllinen: noin 60 vastaajaa vastasi vasta muistutuksen jälkeen.

Kysymys, jossa vastaajan tuli laittaa ympäristöongelmat tärkeysjärjestykseen, osoittautui vaikeaksi vastata. 24 vastaajaa jätti vastaamatta kysymykseen. Kysymyksen ongelmana oli vaihtoehtojen runsas lukumäärä, joka myös Suhosen (1997) mukaan vaikeuttaa vaihtoehtojen vertailua keskenään. Kysymys oli myös vaikea saada kyselyyn käytetyllä ohjelmalla visuaalisesti yksinkertaiseksi ja helpoksi hahmottaa.

Tutkimusjoukkoon valittiin vastaajiksi keskisuomalaisia vaikuttajia ja tutkimustulokset ovat yleistettävissä kuvaamaan ainoastaan Keski-Suomen maakunnan vaikuttajien näkemyksiä. Kuntien edustajiksi kyselyyn valittiin kokonaisotantana vastaajia kaikista Keski-Suomen kunnista. Muiden organisaatioiden osalta otanta ei ole yhtä täydellinen elinkeinoelämän painottuessa tiettyihin keskisuomalaisiin kuntiin.

## Tulokset

### Vastaajien taustatiedot

Kyselyn koko otos oli 559 henkilöä ja tutkimusjoukoksi muodostui 260 vastaajaa (2 vastausta hylättiin tyhjinä vastauksina). Tutkimusjoukon ryhmien väliset suhteelliset osuudet olivat keskimäärin samat kuin koko otoksessa. Parhaaseen vastausprosenttiin ylsivät järjestöjen edustajat, 22 vastaajaa 26:sta (85 %) vastasi kyselyyn. Järjestöjen edustajat olivat pienin ryhmä kyselyyn vastanneista (8 %). Heikommin vastauksia saatiin kuntien luottamusmiehiltä, joista vastasi 67 vastaajaa 207:stä (32 %). Luottamusmiehet olivat tutkimuksen otoksessa suurin ryhmä (37 %), joka edustaa myös vastaajista suurinta osuutta (26 %). Tutkimusjoukko oli miesvaltainen, vastaajista oli naisia 85 (33 %). Vastaajien keskimääräinen ikä oli 49 vuotta. Yli 60-vuotiaita vastaajia oli 38 (15 %). Vanhin kyselyyn vastannut henkilö oli 67-vuotias, nuorin 20-vuotias.

Kyselyn otos edusti keski-suomalaisia vaikuttajia, joka heijastuu tutkimusjoukon sosioekonomiseen jakaumaan. 60 % vastaajista edusti ylempiä toimihenkilöitä. Alempia toimihenkilöitä ja työntekijöitä oli kyselyn vastaajista 20 %. Yrittäjiä oli 12 %, ja opiskelijoita, eläkeläisiä sekä muita työelämäänsä kuulumattomia yhteensä 7 %. 1 vastaaja ei ilmoittanut asemaansa organisaatiossa. Vastaajista 47 % oli korkeakoulututkinnon suorittaneita tai tutkijankoulutuksen saaneita. 16 % oli saanut vain perus- tai keskiasteen koulutuksen.

### Ympäristöongelmien arvottaminen

Vastaajilta kysyttiin heidän mielestään tärkeimpiä ympäristöongelmia seuraavalla ohjeella: "Laittakaa alla esitetyistä ympäristöongelmista tärkeysjärjestykseen ne, joilla teidän mielestänne on merkitystä ympäristönsuojelutoimenpiteiden kannalta Keski-Suomessa". Vastaajat saivat valita ongelmista osan tai arvottaa kaikki ongelmat. Ympäristöongelmien tärkeys asetui välille 1–19. Vastaajat arvottivat keskimäärin 11,8 ongelmaa. 111 vastaajaa arvotti kaikki 16 ongelmaa ja 32 vastaajaa oli lisännyt 1–3 listalta mielestään puuttuvaa ongelmaa. 22 vastaajaa ei vastannut ympäristöongelmien arvottamiskysymykseen lainkaan. Tärkeimmäksi ongelmaksi arvotettiin rehevöityminen vesistöissä, joka myös arvotettiin useimmin. Toiseksi useimmin arvotettiin paikallinen pilaantuminen ja kolmanneksi useimmin luonnon monimuotoisuuden väheneminen. Harvimmin arvotettiin alailmakehän otsonin muodostuminen. Ympäristöongelmien tärkeysjärjestys ja saatujen sijojen määrä on esitetty taulukossa 42. On huomattavaa, että tuloksen käsittelytavasta johtuen analyysin vaikutusarvoinnissa käytetyt tulokset eroavat jonkin verran taulukossa 42 esitetystä.

Taulukko 42. Ympäristöongelmien saamat keskimääräiset sijat (M) kaikista vastaajaryhmistä asteikolla 1-19 (1 = tärkein ympäristöongelma, 19 = vähiten tärkeä ympäristöongelma). N = ongelman arvottaneiden vastaajien määrä. Maaperän pilaantuminen sisältää pilaantuneiden maa-alueiden, kaatopaikkojen, lannoitteiden ja tiesuolan aiheuttamat ympäristöongelmat. Ympäristöönnettomuudet sisältävät teollisuuden, kuljetusten ja yhdyskuntien ympäristöönnettomuusriskit. (a) useita moodeista on esitetty pienin.

Ympäristöongelma	N	M	Md	Mo	Sd	Min	Max
Rehevöityminen vesistöissä	227	4,3	3	1	3,31	1	19
Paikallinen pilaantuminen	217	5,9	5	5	3,76	1	19
Ilmastonmuutos	205	6,4	5	1	5,33	1	19
Happivajaus vesistöissä	201	6,5	6	3	3,84	1	19
Ekotoksisuus	198	7,4	7	7	3,88	1	19
Yläilmakehän otsonin väheneminen	198	7,6	7	1	5,15	1	19
Luonnon monimuotoisuuden väheneminen	206	7,7	7	5	4,62	1	19
Uusiutumattomien luonnonvarojen väheneminen	203	7,7	7	3(a)	4,39	1	19
Ympäristöönnettomuudet	201	7,7	7	4	4,34	1	19
Paikallisen ilmanlaadun heikkeneminen	204	7,9	8	8	4,10	1	19
Happamoituminen	193	8,3	8	6	4,05	1	17
Alailmakehän otsoni	182	8,9	9	15	4,95	1	19
Maiseman ja kulttuuriymp. heikkeneminen	193	9,7	10	14	4,88	1	19
Melu	191	10,1	10	13	4,37	1	19
Virkistysmahd. ja viihtyvyyden heikkeneminen	173	11,3	13	16	4,57	1	19
Haju	171	12,6	13	16	3,65	2	19
Arvotettujen ongelmien summa	260	11,8	15	16	5,40	0	16

### 3.2.3

## Vastaajaryhmien väliset erot arvottamisessa

Verrattaessa asiantuntijoiden mielipiteitä kaikkien muiden vastaajien mielipiteisiin, ne erosivat tilastollisesti happamoitumisen osalta, luonnon monimuotoisuuden vähenemisen, melun, vesistöjen happivajauksen, ekotoksisuuden ja hajun osalta. Asiantuntijat pitivät ekotoksisuutta, luonnon monimuotoisuuden vähenemistä ja melua tärkeämpänä ongelmana kuin muut vaikuttajat. Luonnon monimuotoisuuden vähenemiselle löydettiin vastaajien taustamuuttujista eniten selittäjiä. Toiseksi eniten selittäjiä löydettiin hajulle. Ympäristöongelmien tärkeyttä useimmin ennustavien taustamuuttujien yhteenveto on esitetty taulukossa 43.

Taulukko 43. Yhteenveto ympäristöongelmien tärkeäksi arvottamista eniten selittävistä tekijöistä.

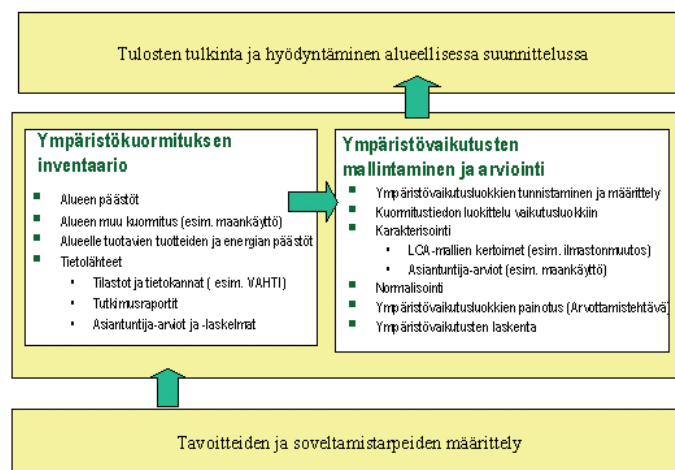
Ympäristöongelma	Sukupuoli	Ikä	Koulutus	Kannatettu puolue	Asiantuntija	Ympäristötietoisuus
Yläilmakehän otsoni				Keskusta		Heikko
Alailmakehän otsoni			Perusaste			Heikko
Ilmastonmuutos			Perusaste	Vihreät		Hyvä
Paikallinen ilmanlaatu						
Happamoituminen			Perusaste	Kokoomus	Ei	Heikko
Happivajaus vesistöissä	Mies		Perusaste	Keskusta		Heikko
Rehevöityminen vesistöissä				Keskusta	Ei	
Ekotoksisuus					Kyllä	
Paikallinen pilaantuminen						
Ympäristöönnettomuudet						Heikko
Luonnon monimuotoisuuden väheneminen	Nainen	Nuori	Korkeakoulu	Vihreät	Kyllä	Hyvä
Luonnonvarojen väheneminen	Nainen		Korkeakoulu	Vihreät		Hyvä
Haju		Vanha	Perusaste	Kokoomus	Ei	Heikko
Melu			Korkeakoulu		Kyllä	Korkea
Maiseman ja kulttuuriympäristön heikkeneminen	Nainen		Korkeakoulu			Korkea
Virkistysmahd. ja viihtyvyyden heikkeneminen		Vanha				

### **Muut mainitut ympäristöongelmat**

Vastaajilla oli kyselyssä mahdollisuus lisätä 1–3 mielestään luettelosta puuttuvaa ympäristöongelmaa. 31 vastaajaa lisäsi 1–3 ongelmaa niille varattuihin kohtiin. Eri-tyyppisiä ongelmia mainittiin yhteensä 27, joista osa oli kuitenkin samankaltaisia tai liittyi läheisesti niihin ongelmiin, joita annetussa ympäristöongelmien luettelossa oli mainittu. Eniten mainintoja (6 kpl) sai maatalouden ja maaseutumaiseman häviäminen ja siihen liittyvät ongelmat. Toiseksi eniten (5 kpl) mainintoja saivat suurpetoihin liittyvät ongelmat sekä kaavoitukseen ja maankäyttöön liittyvät ongelmat. Useampia mainintoja (2–5) kpl saivat lisäksi roskaantuminen, välinpitämättömyys, valosaaste, kaatopaikat, politiikka, yksityisautoilu ja liikenne, ydinjätteet ja radioaktiivinen säteily sekä ympäristöaktivistit. Asiantuntijoiden mainitsemissa ongelmia olivat edellä mainittujen lisäksi kulutuksen kasvu, metsäpalojen tehokas torjunta sekä terrestisen ympäristön rehevöityminen (typensuosijakasvien yleistyminen). Muiden vaikuttajien lisäksi mainitsemissa ongelmia olivat muun muassa moottorikelkat, mönkijät ja vesijetit, julkisen liikenteen vähentäminen, lintuinfluenssa, väestönkasvu, Keljonlahden voimala, soiden ojitus sekä kaupungistuminen ja vieraantuminen luonnosta.

## 4 Keski-Suomen ympäristöön vaikuttavien tekijöiden mallintaminen ja vaikutusten arviointi

Ympäristöanalyysi on systemaattinen menetelmä, jolla valitun alueen esimerkiksi maakunnan ympäristöä muuttavat ja kuormittavat toiminnot, niistä aiheutuvat kuormitustekijät ja vaikutukset ympäristöön analysoidaan. Ympäristön tilaan vaikuttavia tekijöitä tarkastellaan alueella tapahtuvasta toiminnasta lähtien. Alueen sisällä tapahtuvat toiminnot ovat ympäristöön vaikuttavia prosesseja, joiden aiheuttama ympäristökuormitus inventoidaan. Tarkasteltavan järjestelmän rajausta noudattaa tällöin hallinnollista maakuntarajaa. Analyysissä tehtävä ympäristövaikutusten arviointi perustuu alueen ympäristöalan asiantuntijoiden näkemykseen ympäristöön kohdistuvasta kuormituksesta ja ympäristön tilasta kyseisellä alueella. Vaikutusarvioinnin tuloksena saadaan selville ympäristöä eniten kuormittavat tekijät ja kriittisimmät ympäristövaikutukset. Tämä tieto on hyödyllinen laadittaessa esimerkiksi alueellisia ympäristöohjelmia. Alueellisen ympäristöanalyysissä tehtävät työvaiheet (kuva 7) ovat periaatteessa samat kuin tuotteiden elinkaariarvioinneissa.



Kuva 7. Alueellinen ympäristöanalyysi –prosessin vaiheet.

## Ympäristövaikutusten mallintaminen

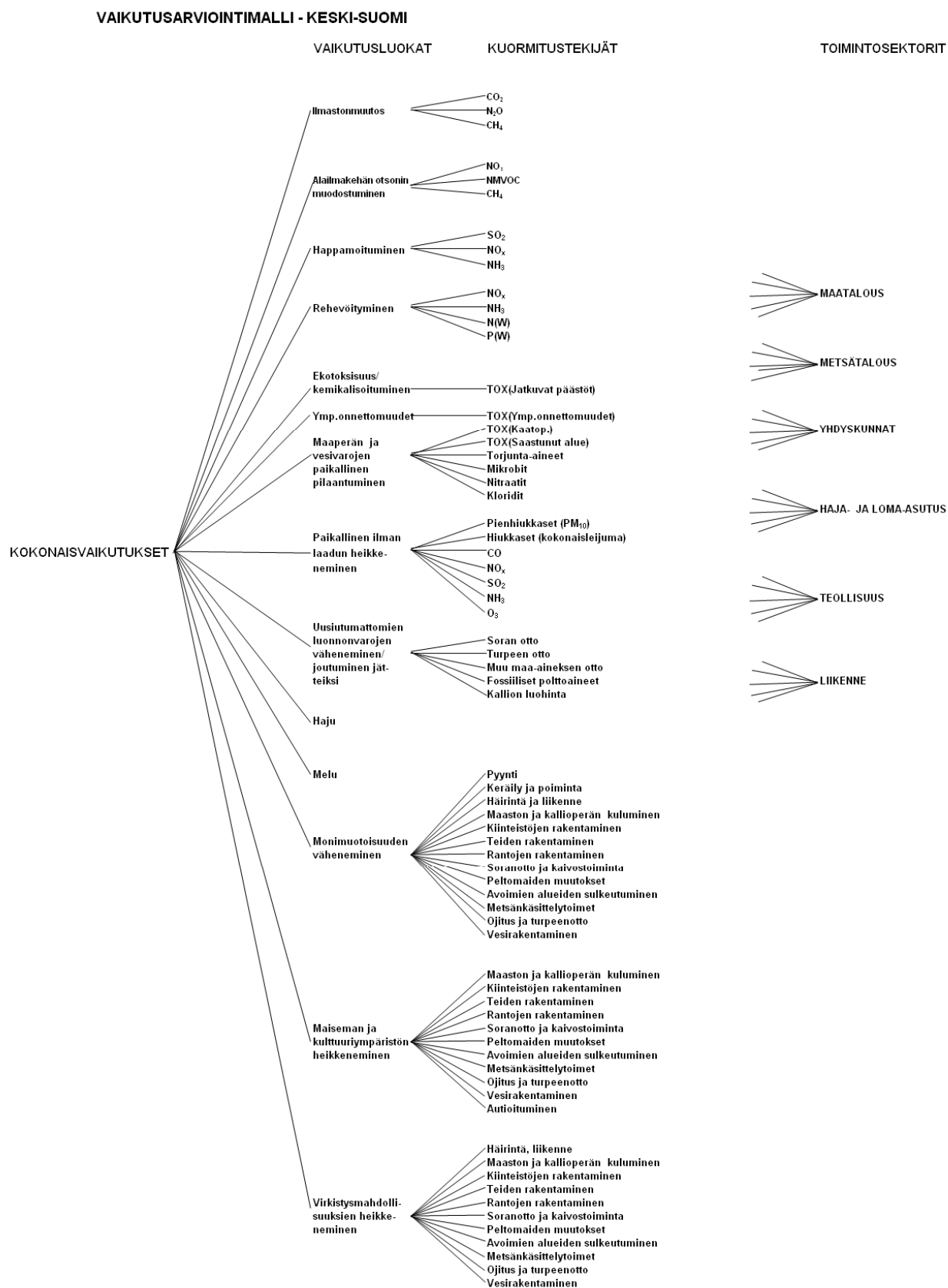
Valitun alueen ympäristövaikutusten mallintamisen tavoitteena on luoda kokonaiskuva alueella tapahtuvan toiminnan ja alueen ympäristön tilaan välisestä vuorovaikutuksesta sekä arvioida alueen toimintojen vaikutuksia ympäristöongelmiin, jotka voivat olla samalla sekä paikallisia että globaaleja.

Menetelmällisesti tässä esitetty alueen ympäristövaikutusten mallintaminen perustuu elinkaariarvioinnin systematiikkaan. Elinkaariarviointia käytetään yleensä, kun halutaan tunnistaa tuotteiden ympäristösuorituskyvyn parantamismahdollisuuksia tuotteiden elinkaaren eri vaiheissa, tai kun halutaan esimerkiksi valita olennaisia ympäristösuorituskyvyn indikaattoreita ja niiden mittaamenetelmiä. Elinkaariarviointi käsittelee tuotteen ympäristönäkökohtia ja potentiaalisia ympäristövaikutuksia, joita aiheuttavat esimerkiksi luonnonvarojen käyttö ja päästöt ympäristöön, koko sen elinkaaren ajan, raaka-aineen hankinnasta tuotantoon, käyttöön, käytöstä poistoon, kierrätykseen ja jätteiden loppusijoitukseen.

Alueellinen ympäristöanalyysi eroaa joiltakin keskeisiltä osin elinkaariarvioinnista. Ympäristöanalyysissä ei ole elinkaariarvioinneissa käytettyä toiminnallista yksikköä, jota kohti päästöt ja muut kuormittavat tekijät lasketaan. Ympäristöanalyysissä ei myöskään tutkita yksittäisiä tuotteita vaan ympäristöä kuormittava tieto kerätään merkittävimmistä toimijoista ja yhdistetään toimintosektoreittain.

Alueellista ympäristövaikutusten arviointimallia voidaan kuvata hierarkkisella kaaviolla (kuva 8). Tehtävänä on vertailla erilaisten toimintojen merkitystä ympäristövaikutusten aiheuttajina. Vertailtavat toiminnot muodostuvat alueen toimintosektoreista, jotka aiheuttavat erilaisia päästöjä sekä luonnonvarojen vähenemiseen ja maankäyttöön liittyviä vaikutuksia. Toimintosektorit muodostavat hierarkian alimman tason. Toimintosektoreiden aiheuttamat päästöt ja muut kuormitustekijät (esimerkiksi maankäyttöön liittyvät ympäristöä muuttavat toimenpiteet) sijoitetaan hierarkian seuraavalle tasolle ja ne muodostavat lähtötiedon ympäristövaikutuksille. Ympäristövaikutuskokonaisuuksia kuvaavat ympäristöongelmaluokat muodostavat hierarkian kolmannen tason ja niistä muodostuva kokonaisvaikutus (kokonaishaitta) ympäristöön muodostaa mallin ylimmän tason. Seuraavissa kappaleissa esitetään Keski-Suomen ympäristövaikutusten mallintamisen päävaiheet.





Kuva 8. Keski-Suomen ympäristövaikutusten hierarkkinen malli.

#### 4.1.1

### Keski-Suomen toimintojen jäsentely

Alueella tapahtuva toiminta ryhmitellään hankkeen tavoitteiden kannalta tarkoituksen mukaisesti kokonaisuuksiin. Ympäristökuormitusta aiheuttavat toiminnot voidaan jakaa karkeasti kolmeen luokkaan: elinkeinot, asuminen ja vapaa-aika. Elinkeinoiniin kuuluvat esimerkiksi teollisuus, maa- ja metsätalous. Asumiseen kuuluvat lähinnä asuinkiinteistöjen rakentamiseen ja ylläpitoon liittyvät toiminnot. Vapaa-ajassa korostuvat liikkumiseen liittyvät toiminnot. Toisaalta esimerkiksi liikkuminen liittyy keskeisesti kaikkeen toimintaan. Ympäristöanalyysissä toimintosektoreina on käytetty jaottelua, jossa liikenne on oma luokkansa. Muina luokkina on käytetty maataloutta, metsätaloutta, teollisuutta, yhdyskuntia, haja- ja loma-asutusta (kuva 9). Esimerkiksi energiantuotanto jaettu sen mukaan, missä se käytetään. Tämä toimintosektorijakoa on pidetty riittävän selkeänä ja inventaarion tekemisen kannalta tarkoituksen mukaiselta. Tarvittaessa luokitus voidaan viedä hyvinkin yksityiskohtaiselle tasolle.

#### 4.1.2

### Kuormitustietojen inventaario

Luonnonvarojen hankinnasta, jalostuksesta ja käytöstä aiheutuu päästöjä ilmaan, veteen ja maaperään. Nämä päästöt inventoidaan koko elinkaaren ajalta. Periaatteessa inventaarioon otetaan myös tutkittavan alueen ulkopuolella syntyvät päästöt silloin, kun alueella käytettävät tuotteet tulevat alueen ulkopuolelta. Käytännössä kaikkia tuotantoketjujen alkupään päästöjä ei pystytä saamaan mukaan. Usein tarkastellaan vain alueella syntyviä päästöjä. Käytännössä ympäristöanalyysissä tyydytään tarkastelemaan hyvin rajallista määrää päästöjä. Alueellisissa tarkasteluissa merkittävässä roolissa ovat usein myös maankäyttöön liittyvät toiminnot, jotka vaikuttavat esimerkiksi luonnon monimuotoisuuteen, maisemaan ja virkistysmahdollisuuksiin. Tällaisia ympäristöä muokkaavia tekijöitä ovat esimerkiksi metsänkäsittelytoimet, teiden ja kiinteistöjen rakentaminen. Nämä tekijät pyritään erittelemään ja ottamaan mukaan analyysiin. Keski-Suomen maakunnan inventaarion toteutus on kuvattu raportin luvussa 2. Vaikutusarviointimallissa käytetty inventaariotieto on esitetty taulukossa 44.

Taulukko 44. Keski-Suomen vaikutusarviointimallissa käytetyt toimintosektorit ja niiden aiheuttamat päästöt ympäristöongelmaluokittain ryhmiteltynä (Kuormitusij(a) kaavassa 3).

	Päästö (t/a)	Maatalous <sup>1)</sup>	Metsätalous <sup>2)</sup>	Yhdyskunnat	Haja- ja loma-asutus	Teollisuus <sup>3)</sup>	Liikenne
Ilmastonmuutos	CO <sub>2</sub>	232 879	34 244	666 208	73 604	691 074	728 673
	N <sub>2</sub> O	341	2	61	11	82	115
	CH <sub>4</sub>	4 512	4	3 016	740	1 316	115
Alailmakehän otsonin muodostuminen	NO <sub>x</sub>	422	355	1 491	233	3 211	3 681
	NM VOC			943	906	1 266	
	CO	198	682	6 996	6 709	2 917	15 004
Happamoituminen	SO <sub>2</sub>	8	19	1 672	113	2 521	15
	NO <sub>x</sub>	422	355	1 491	233	3 211	3 681
	NH <sub>3</sub>	995					
Rehevytyminen vesistöissä	NO <sub>x</sub>	422	355	1 491	233	3 211	3 681
	NH <sub>3</sub>	995					
	P (W)	99	17	12	23	14	
	N (W)	1 439	292	1 011	148	205	

1) Kalankasvatus sisältyy maatalouteen

2) Turvetuotanto sisältyy metsätalouteen

3) Maa-ainesten otto sisältyy teollisuuteen

Suurin osa vaikutusarviointimallissa määritellyistä kuormitustekijöistä on sellaisia, ettei niille ole selviä määräärvioita. Näiden kuormitustekijöiden suuruus on arvioitu käyttäen asiantuntijoiden antamia suhdelukuja. Asiantuntijat ovat arvioineet, missä suhteessa kyseinen kuormitustekijä aiheutuu eri toimintosektoreilta (taulukko 45).

Taulukko 45. Keski-Suomen ympäristökeskuksen asiantuntijoiden tekemä suhteellinen arvio ei-mitattavissa olevien kuormitustekijöiden suuruudesta (Ki,j(a) kaavassa 5). Lähtökohtana arvioinnissa on käytetty viitteessä Tenhunen ym. (2004) esitettyä vastaavaa taulukkoa.

	Maatalous	Metsätalous	Yhdyskunnat	Haja- ja loma-asutus	Teollisuus	Liikenne	Yhteensä
TOX (Jatkuvat päästöt)	0,05	0,00	0,15	0,10	0,43	0,27	1,00
Ympäristöönnettomuudet	0,00	0,00	0,10	0,00	0,63	0,27	1,00
TOX (kaatopaikat)	0,00	0,00	0,30	0,00	0,70	0,00	1,00
TOX (saastuneet maa-alueet)	0,00	0,00	0,20	0,00	0,60	0,20	1,00
Torjunta-aineet	0,93	0,06	0,01	0,00	0,00	0,00	1,00
Mikrobit	0,40	0,00	0,30	0,20	0,10	0,00	1,00
Nitraatit	0,78	0,06	0,11	0,00	0,05	0,00	1,00
Kloridit	0,00	0,00	0,03	0,00	0,10	0,87	1,00
Pienhiukkaset (PM10)	0,00	0,00	0,18	0,03	0,40	0,40	1,00
Hiukkaset (kokonaisleijuma)	0,00	0,00	0,28	0,01	0,21	0,50	1,00
Otsoni (O3)	0,00	0,00	0,08	0,00	0,14	0,79	1,00
Soranotto	0,06	0,06	0,39	0,04	0,17	0,28	1,00
Turpeen otto	0,05	0,00	0,06	0,00	0,89	0,00	1,00
Muu maa-aineksen otto	0,00	0,00	0,23	0,73	0,03	0,03	1,00
Fossiiliset polttoaineet	0,04	0,04	0,26	0,06	0,38	0,22	1,00
Kallion louhinta	0,00	0,00	0,47	0,20	0,30	0,03	1,00
Haju	0,17	0,00	0,13	0,00	0,40	0,30	1,00
Melu	0,00	0,00	0,08	0,02	0,30	0,60	1,00
Pyynti	0,00	0,06	0,28	0,66	0,00	0,00	1,00
Keräily ja poiminta	0,00	0,00	0,43	0,58	0,00	0,00	1,00
Häirintä ja liikenne	0,09	0,23	0,21	0,12	0,09	0,26	1,00
Maaston ja kallioperän kuluminen	0,00	0,40	0,27	0,20	0,04	0,09	1,00
Kiinteistöjen rakentaminen	0,03	0,00	0,58	0,13	0,28	0,00	1,00
Teiden rakentaminen	0,04	0,20	0,15	0,08	0,09	0,45	1,00
Rantojen rakentaminen	0,00	0,00	0,24	0,54	0,14	0,08	1,00
Soran otto ja kaivostoiminta	0,03	0,05	0,41	0,03	0,15	0,33	1,00
Peltomaiden muutokset	0,67	0,25	0,03	0,01	0,00	0,05	1,00
Avoimien alueiden sulkeutuminen	0,54	0,44	0,02	0,00	0,00	0,00	1,00
Metsäkäsitteilytoimet	0,00	0,98	0,00	0,03	0,00	0,00	1,00
Ojitus ja turpeen otto	0,03	0,54	0,03	0,00	0,40	0,00	1,00
Vesirakentamien	0,03	0,03	0,10	0,15	0,33	0,36	1,00
Autioituminen	0,33	0,11	0,27	0,04	0,23	0,02	1,00

#### 4.1.3

### Kuormitustietojen luokittelu

Mallin hierarkkinen rakenne perustuu luokitteluun, jossa määritellään ympäristövaikutuskokonaisuuksia kuvaavat vaikutusluokat ja ryhmitellään inventaariossa kerätyt kuormitustekijät syyseuraussuhteidensa perusteella vaikutusluokkiin (kuva 9 ja taulukko 45). Päästöjen ja muiden ympäristöä kuormittavien tekijöiden luokittelun taustalla on monilla tutkimusaloilla tehty laaja tieteellinen tutkimus ympäristövaikutusten mekanismeista. Liitteenä olevassa kyselyssä on määritelty, mitä esitetyillä ympäristöongelmaluokilla tarkoitetaan. Ympäristöongelmaluokat on yritetty määritellä siten, että ne eivät olisi keskenään päällekkäisiä. Elinkaariarvioinneissa ympäristöongelmaluokista käytetään termiä vaikutusluokat. Keski-Suomen vaikutusarviointimallissa ei ole vaikutusluokkia hapankulumisen vesistössä ja yläilmakehän otsonin väheneminen. Tältä osin malli poikkeaa Etelä-Savossa ja Kymenlaaksossa käytetyistä malleista. Vesistöjen happiongelma aiheutuvat pääosin rehevöittävistä päästöistä eikä happea välittömästi kuluttavista päästöistä, joita vaikutusluokka hapenkulumisen vesistöissä kuvaa. Myöskään elinkaariarvioinneissa ei käytetä vaikutusluok-

kaa hapenkuluminen vesistöissä. Näistä syistä vaikutusluokka, hapenkuluminen vesistöissä, on jätetty Keski-Suomen vaikutusarviointimallista pois. Yläilmakehän otsonin vähenemistä aiheuttavat päästöt ovat peräisin kylmälaitteista. Varsinaista päästöjä aiheuttavaa toimintaa ei Keski-Suomessa ole, joten yläilmakehän otsonin väheneminen –vaikutusluokka on jätetty mallista pois.

#### 4.1.4

### Kuormitustietojen karakterisointi

Luokittelun jälkeen kuormitustekijät yhteismitallistetaan kunkin vaikutusluokan sisällä karakterisointikerrointen avulla vaikutusluokkaindikaattoriksi. Esimerkiksi kasvihuonekaasujen yhteydessä eri aineiden päästöt pystytään ilmaisemaan ilmaston lämpenemistä kuvaavan vaikutuspotentiaalikerroimen (GWP) avulla CO<sub>2</sub>-ekvivalenttimäärinä. Karakterisointikertoimet ovat elinkaariarvioinneissa sovellettavia ekvivalenttikertoimia, joita määrättäessä on otettu huomioon nykytietämys kuormitustekijöiden merkityksestä kyseisessä vaikutusluokassa. Karakterisointikertoimien avulla jokaiselle tutkittavalle toimintasektorille lasketaan sektorin aiheuttaman haitan suuruus kussakin vaikutusluokassa. Taulukossa 46 on esitetty vaikutusarviointimallissa käytetyt karakterisointikertoimet vaikutusluokille ilmastomuutos, happamoituminen, alailmakehän otsonin muodostuminen ja rehevöityminen. Fosforipäästöjen (P-tot(W)) ja typpipäästöjen (N-tot(W)) karakterisointikertoimia korjataan vielä taulukon 47 päästölähteen mukaisilla kertoimilla. Keski-Suomen vaikutusarviointimallissa on oletettu, että tyyppi ei aiheuta rehevöitymistä Päijänteessä, mutta 54 % vesistöön menevästä tyypestä kulkeutuu mereen (Räike 2007) ja on siellä rehevöittävä ravinne. Taulukossa 44 esitetty kokonaistyyppikuormitus on tästä syystä mallissa kerrottu vakiolla 0,54. Keski-Suomen vaikutusarviointimallissa happamoitumisen, alailmakehän otsonin muodostumisen ja rehevöitymisen karakterisointikertoimet perustuvat uudempaan tutkimustietoon ja ovat erisuuret kuin Etelä-Savossa ja Kymenlaaksossa käytetyistä malleista.

Taulukko 46. Vaikutusarviointimallissa käytetyt karakterisointikertoimet (C kaavassa 3) (Seppälä ym. 2006).

Vaikutusluokka (vaikutusluokkaindikaattorin yksikkö)	Kuormitusmuuttuja	Karakterisointikerroin
Ilmastomuutos (CO <sub>2</sub> -ekvivalenssi)	CO <sub>2</sub>	1
	CH <sub>4</sub>	21
	N <sub>2</sub> O	310
Happamoituminen (SO <sub>2</sub> -ekvivalenssi) NH <sub>y</sub> (NH <sub>3</sub> :na)	SO <sub>x</sub> (SO <sub>2</sub> :na)	0,463
	NO <sub>x</sub> (NO <sub>2</sub> :na)	0,186
		0,535
Alailmakehän otsonin muodostuminen NO <sub>x</sub> (NO <sub>2</sub> :na) (Vaikutus kasvillisuuteen)	NM VOC	0,270
		0,35
	CH <sub>4</sub>	0,33
Rehevöityminen vesistöissä	NO <sub>x</sub> (NO <sub>2</sub> :na)	0,015
	NH <sub>y</sub> (NH <sub>3</sub> :na)	0,038
	N-tot (W)	0,215
	P-tot(W)	1,192

Käytetyt lyhenteet: W = päästö veteen, CO<sub>2</sub> = hiilidioksidi (fossiilinen), CH<sub>4</sub> = metaani, N<sub>2</sub>O = dityppioksidi, SO<sub>2</sub> = rikkidioksidi, NO<sub>x</sub> = typen oksidit, NO<sub>2</sub>=typpidioksidi, NH<sub>y</sub> = pelkistyneet typpiyhdisteet, NH<sub>3</sub>=ammoniakki, NM VOC = orgaaniset haihtuvat yhdisteet ilman metaania, CO = hiilimonoksidi, P-tot(W) = kokonaisfosforikuormitus, N-tot(W) = kokonaistyyppikuormitus.

Taulukko 47. Leville käyttökelpoisen fosforin ja typen osuus veteen menevästä toimintosektorien kokonaisfosforipäästöstä (Tenhunen ym. 2004 ref. Seppälä ym. 2003).

Toimintosektori	Leville käyttökelpoisen fosforin osuus kokonaisfosforista	Leville käyttökelpoisen typen osuus kokonaistypistä
Maatalous	0,47	0,67
Metsätalous	0,30	0,20
Yhdyskunnat	0,40	0,90
Haja- ja loma-asutus	0,80	0,80
Teollisuus	0,31	0,53

Osa mallissa määritellyistä vaikutusluokista on sellaisia, ettei niihin liittyville kuormitustekijöille ole tieteellisesti perusteltavissa olevia vaikutuskertoimia. Näiden kuormitustekijöiden karakterisointi perustuu subjektiivisiin asiantuntija-arvioihin. Taulukossa 48 on esitetty Keski-Suomen ympäristökeskuksen asiantuntijoiden antamat karakterisointikertoimet vaikutusluokille maaperän ja vesivarojen pilaantuminen, taajamien ilmanlaadun heikkeneminen, maiseman ja kulttuuriympäristön heikkeneminen, virkistysmahdollisuuksien heikkeneminen ja uusiutumattomien luonnonvarojen väheneminen. Kertoimien arviointiin osallistuivat seuraavat henkilöt: Anne Helolahti (teollisuus), Liisa Horppila-Jämsä (kulttuuriympäristöt, maisema-asiat, monimuotoisuus), Katja Hänninen (maa-ainesasiat), Esko Karvonen (ilmansuojelu, melu, teollisuus), Katriina Koivisto (jätehuolto, kaatopaikat), Niina Koivula (jätehuolto, kaatopaikat), Minna Koskinen (ilmansuojelu, melu, teollisuus), Hannu Onkila (alueidenkäyttö, vesistövaikutukset), Teemu Rintala (ekologia), Juha Romula (paikkatiedot) ja Veera Tähtö (luonnonsuojelu).

Luonnon monimuotoisuuden vähenemisen osalta kuormitustekijöiden vaikutavuuden aviointi perustui uhanalaisten lajien seurantatyöryhmän arvioon lajeja hävittävistä tekijöistä (Rassi, Alanen, Kanerva ja Mannerkoski 2001). Kuormitustekijöiden vaikutus Keski-Suomen lajien häviämiseen on johdettu koko maata koskevista tunnusluvusta (prosenttiosuuksista) (liite 4). Näistä osuuksista saatiin taulukon 48 painokertoimet eri tekijöille, kun prosenttiosuudet normeerattiin ykköseksi.

Vaikutusluokille yläilmakehän otsonin väheneminen, onnettomuudet, ekotoksisuus, melu ja haju ei tarvita karakterisointia (karakterisointikerroin on yksi), koska mallissa käytetään näissä luokissa vain yhtä kuormitustekijää.

Taulukko 48. Keski-Suomen ympäristökeskuksen asiantuntijoiden tekemä arvio karakterisointikertomiksi (p kaavassa 5) niille vaikutusluokille, joille ei ole käytettävissä tutkimustietoon perustuvaa karakterisointia. Lähtökohtana arvioinnissa on käytetty viitteessä Tenhunen ym. 2004 esitettyä vastaavaa taulukkoa.

Vaikutusluokka	Kuormitustekijä	Painojen keskiarvo (pl. Monimuotoisuuden väh, ks. liite 4)
Maaperän ja vesivarojen pilaantuminen	TOX(Kaatopaikat)	0,233
	TOX(Saastuneet maa-alueet)	0,367
	Torjunta-aineet	0,050
	Mikrobit	0,050
	Nitraatit	0,117
	Kloridit	0,183
		1,000
Paikallinen ilman laadun heikkeneminen	Pienhiukkaset(PM <sub>10</sub> )	0,417
	Hiukkaset (kokonaisleijuma)	0,167
	CO	0,050
	NO <sub>x</sub>	0,183
	SO <sub>2</sub>	0,083
	NH <sub>3</sub>	0,050
	O <sub>3</sub>	0,050
Uusiutumattomien luonnonvarojen väheneminen		1,000
	Soran otto	0,381
	Turpeen otto	0,181
	Muu maa-aineksen otto	0,043
	Fossiiliset polttoaineet	0,139
	Kallion louhinta	0,256
		1,000
Monimuotoisuuden väheneminen	Pyynti	0,010
	Keräily ja poiminta	0,006
	Häirintä ja liikenne	0,003
	Maaston ja kalliop. kuluminen	0,012
	Kiinteistöjen rakentaminen	0,017
	Teiden rakentaminen	0,079
	Rantojen rakentaminen	0,014
	Soranotto ja kaivostoiminta	0,019
	Peltomaiden muutokset	0,011
	Avoimien alueiden sulkeutuminen	0,258
	Metsänkäsittelytoimet	0,446
	Ojitus ja turpeenotto	0,085
	Vesirakentaminen	0,040
		1,000
Maiseman ja kulttuuriympäristön heikkeneminen	Maaston ja kalliop. kuluminen	0,028
	Kiinteistöjen rakentaminen	0,113
	Teiden rakentaminen	0,050
	Rantojen rakentaminen	0,094
	Soranotto ja kaivostoiminta	0,039
	Peltomaiden muutokset	0,138
	Avoimien alueiden sulkeutuminen	0,150
	Metsänkäsittelytoimet	0,238
	Ojitus ja turpeenotto	0,060
	Vesirakentaminen	0,036
	Autioituminen	0,056
		1,000
Virkistysmahdollisuuksien heikkeneminen	Häirintä ja liikenne	0,167
	Maaston ja kalliop. kuluminen	0,028
	Kiinteistöjen rakentaminen	0,117
	Teiden rakentaminen	0,083
	Rantojen rakentaminen	0,150
	Soranotto ja kaivostoiminta	0,042
	Peltomaiden muutokset	0,000
	Avoimien alueiden sulkeutuminen	0,007
	Metsänkäsittelytoimet	0,250
	Ojitus ja turpeenotto	0,100
	Vesirakentaminen	0,057
		1,000

### Vaikutusluokkien arvottaminen

Arvottamisen tavoitteena on tuottaa valitulle alueelle soveltuvat ympäristöongelmaluokkien painoarvot. Arvottaminen voidaan tehdä vaihtoehtoisesti useilla päätösanalyysissä sovellettavalla menetelmällä. Ympäristöongelmat pyydetään arvioimaan vastaajan oman näkemyksen ja kokemuksen perusteella. Painokertoimet annetaan nimenomaan tutkittavalle alueelle ja alueen ympäristöolosuhteet ja kuormitustekijät huomioon ottaen.

Keski-Suomessa kysely toteutettiin internetin välityksellä käytettävällä Webropol-ohjelmalla, jonka kautta vastaajat saivat sähköpostilla saatteen ja linkin kyselyyn. Vastaajiksi valittiin 289 alueellista vaikuttajaa: kuntien viranhaltijoita, elinkeinoelämän edustajia, järjestöjen toimijoita sekä erilaisten valtion virastojen ja tutkimus- sekä muiden laitosten edustajia. Lisäksi 207 luottamusmiestä sai kyselyn. Keski-Suomen ympäristökeskuksesta valittiin 63 vastaajaa. Kyselyn koko otos oli 559 henkilöä ja vastauksia saatiin 262 (Korppinen 2007). Ympäristöongelmaluokille laskettiin painot käyttäen 220 henkilön vastauksia, koska osa vastauksista jouduttiin hylkäämään vastausten puutteellisuuden tai vastaajan virhetulkintojen vuoksi.

Vastaajia pyydettiin valitsemaan annetusta listasta ne ympäristöongelmaluokat, joilla he katsoivat olevan merkitystä ympäristönsuojelutoimenpiteiden kohdentamisen kannalta Keski-Suomessa. Vastaaja saattoi valita osan tai kaikki annetut ympäristöongelmaluokat sekä tarvittaessa myös lisätä omia ympäristöongelmaluokkia. Ympäristöongelmaluokat pyydettiin laittamaan tärkeysjärjestykseen. Ennen vastaamista osallistujia pyydettiin tutustumaan ympäristöongelmien kuvauksiin ja rajauksiin. Keski-Suomen kyselyssä olivat mukana samat ympäristöongelma luokat kuin Etelä-Savossa, Kymenlaaksossa, Varsinais-Suomessa, Satakunnassa, Uudenmaalla ja Pohjois-Karjalassa tehdyissä kyselyissä.

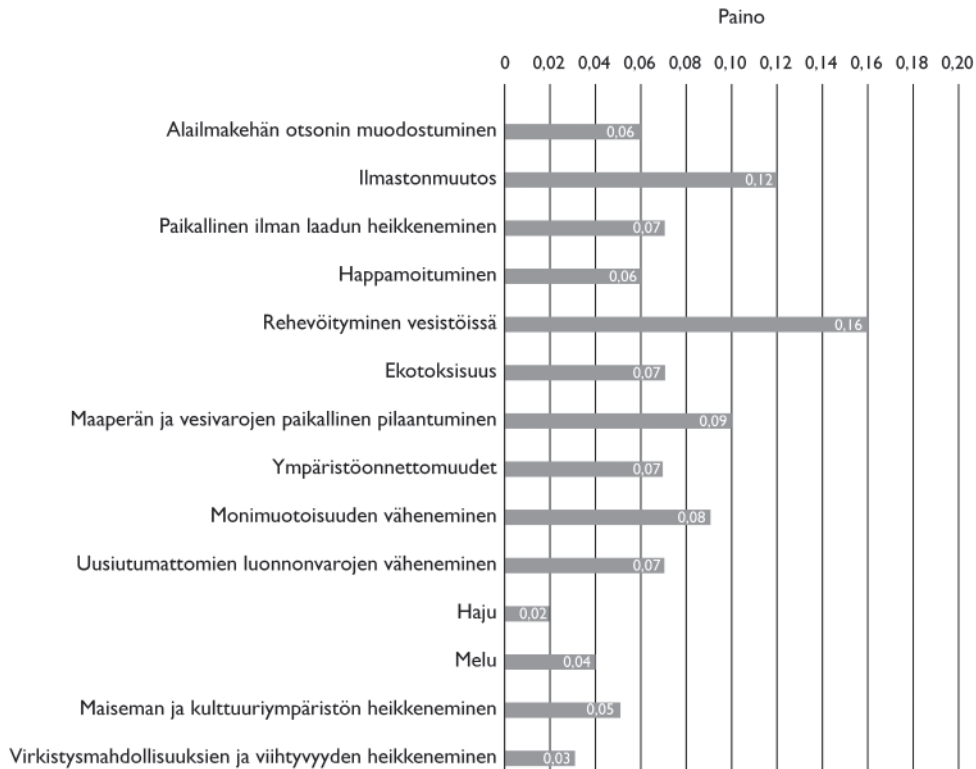
Jokaisessa vastauksessa annetun ympäristöongelmaluokkien tärkeysjärjestyksen perusteella laskettiin ympäristöongelmaluokille painot päätösanalyysissä SMARTER-tekniikkana tunnetulla menetelmällä (Edwards ja Barron 1994):

$$(1) \quad w_k = (1/K) \sum_{i=k}^K (1/i)$$

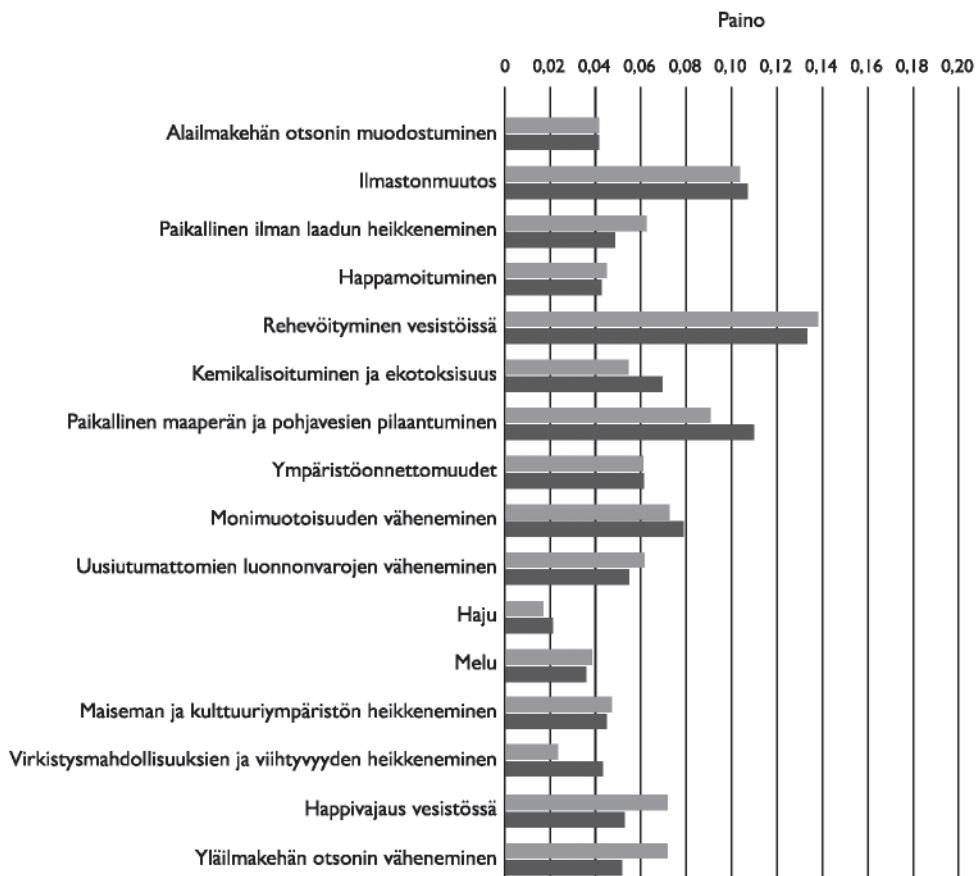
missä  $w_k$  = tärkeysjärjestyksessä k. attribuutin (ympäristöongelmaluokan) paino ja K = vastaajan antama attribuuttien (ympäristöongelmaluokkien) lukumäärä.

Kuvassa 9 on esitetty kaikkien vastausten ympäristöongelmapainojen perusteella lasketut keskiarvopainot, kun ympäristöongelmaluokat, happivajaus vesistöissä ja yläilmakerheen otsonikerroksen oheneminen, on jätetty pois. Kuvan 9 painoja on käytetty vaikutusarviointilaskelmissa. Kuvassa 10 on esitetty Keski-Suomen päättäjien ja asiantuntijoiden antamat painot kaikille kyselyssä määritellyille ympäristöongelmille ja verrattu niitä muissa maakunnissa tehdyissä kyselyissä saatujen painojen keskiarvoon.





Kuva 9. Keski-Suomen päättäjien ja asiantuntijoiden ympäristöongelmaluokille (i) arvottamiskyselyssä antamien painojen keskiarvot (wi kaavassa 2).



Kuva 10. Keski-Suomen arvottamiskyselyn tulos suhteessa vertailumaakuntien tulosten keskiarvoon. Keski-Suomen kyselyn tulos on laskettu 220 henkilön vastausten perusteella ja vertailuryhmässä vastauksia on yhteensä 521. Vertailuryhmä muodostuu Etelä-Savon, Kymenlaakson, Varsinais-Suomen, Satakunnan, Uudenmaan ja Itä-Uudenmaan sekä Pohjois-Karjalan maakunnista.

## Kokonaisvaikutusten laskenta

Kun tiedetään vaikutusluokkien keskinäistä tärkeyttä kuvaavat painot, saadaan lasketuksi eri toimintosektoreille ja kuormitustekijöille kokonaisvaikutuksia kuvaavat arviot. Toimintosektorien kokonaisvaikutukset ympäristöön lasketaan kertomalla normalisoidut vaikutusluokkaindikaattoriluvut vaikutusluokkien painokertoimilla ja summaamalla tulot yhteen. Yksittäisten kuormitustekijöiden kokonaisvaikutukset lasketaan kertomalla karakterisoidut ja normalisoidut kuormitusarvot vaikutusluokkien painokertoimilla ja laskemalla tulot yhteen. Seuraavassa esitetyt laskentakaavat on esitetty myös viitteessä Tenhunen ym. (2004).

Vaikutusarviointimallissa ympäristöongelmaluokkien painokertoimien määrittely tapahtui Keski-Suomen kuormitustekijöiden vähentämisen ja Keski-Suomen olosuhteiden kannalta. Päätösanalyysissä käytetyn monitavoitteisen arvoteorian perusteella toimintosektorin vaikutusluokkaindikaattoriluvut normalisoidaan Keski-Suomen kuormitustekijöillä lasketuilla normalisointitekijöillä. Alueellisen arviointimallin toimintosektorin a kokonaisvaikutusindikaattorin hahtapisteet  $V(a)$  lasketaan kertomalla normalisoidut vaikutuslukuindikaattorit vaikutusluokkien painolla ja summaamalla tulot yhteen eli (Seppälä ja Tenhunen 2000, Seppälä 1999)

$$(2) \quad V(a) = \sum_{i=1}^n w_i \frac{I_i(a)}{N_i}$$

missä  $w_i$  = vaikutusluokan  $i$  painokerroin (kuva 10),  
 $I_i(a)$  = vaikutusluokan  $i$  indikaattoriarvo, joka aiheutuu toimintosektorista  $a$  ja  
 $N_i$  = vaikutusluokan  $i$  normalisointitekijä Keski-Suomen kuormitustekijöillä laskettuna

Ilmastomuutoksen, rehevöitymisen, alailmakehän otsonin muodostumisen ja happamoitumisen osalta pystytään laskemaan vaikutusluokkaindikaattorit  $I_i(a)$ , koska niille löytyvät päästöarviot ja karakterisointikertoimet:

$$(3) \quad I_i(a) = \sum_{j=1}^m C_{i,j} \times Kuormitus_{i,j}(a), \quad i = 1, \dots, n$$

missä  $C_{i,j}$  = vaikutusluokan  $i$  kuormitustekijän  $j$  karakterisointikerroin (taulukko 46),  
 $Kuormitus_{i,j}(a)$  = toimintosektorin  $a$  kuormitustekijän  $j$  päästömäärä (taulukko 44).

Esimerkiksi laskemalla kaikkien Keski-Suomen toimintosektorien rehevöitymisen indikaattoriluvut yhteen saadaan Keski-Suomen rehevöitymisen normalisointitekijä  $N_{Reh}$ . Ilmastomuutoksen, rehevöitymisen, alailmakehän otsonin muodostumisen ja happamoitumisen normalisointitekijät lasketaan kaavalla

$$(4) \quad N_i = \sum_{j=1}^m C_{i,j} \times Kuormitus_{i,j}(Keski-Suomi), \quad i = 1, \dots, n$$

missä  $Kuormitus_{i,j}(Keski-Suomi)$  = Keski-Suomen kuormitustekijän  $j$  päästömäärä.

Muilla mallissa oleville vaikutusluokille normalisointitekijä  $N_i$  asetetaan ykköseksi ja vaikutusluokaindikaattori lasketaan seuraavasti (Seppälä ja Tenhunen 2000):

$$(5) \quad I_i(a) = \sum_{j=1}^m p_{i,j} \times K_{i,j}(a), \quad i = 1, \dots, n$$

missä  $p_{i,j}$  = vaikutusluokan  $i$  kuormitustekijän  $j$  painokerroin (taulukko 48)  
 $K_{i,j}(a)$  = toimintosektorin  $a$  aiheuttaman kuormitustekijän  $j$  tehokas määrä (taulukko 222).

Yksittäisen kuormitustekijän  $Kuormitus_j(a)$  kokonaishaittapisteet lasketaan ilmastomuutoksen, rehevöitymisen, alailmakehän otsonin muodostumisen ja happamoitumisen osalta seuraavasti (Seppälä ja Tenhunen 2000, Seppälä 1999):

$$(6) \quad V(Kuormitus_j(a)) = \sum_{i=1}^n w_i \frac{Kuormitus_j(a) \times C_{i,j}(a)}{N_i}, \quad j = 1, \dots, m$$

missä  $C_{i,j}(a)$  on toimintosektorin  $a$  kuormitustekijän  $j$  karakterisointikerroin ilmastomuutoksen, rehevöitymisen, alailmakehän otsonin muodostumisen ja happamoitumisen yhteydessä. Muiden arviointimallin vaikutusluokkien yhteydessä kuormitustekijän  $K_j(a)$  kokonaishaittapisteet lasketaan puolestaan seuraavalla yhtälöllä (Seppälä ja Tenhunen 2000):

$$(7) \quad V(K_j(a)) = \sum_{i=1}^n w_i \times p_{i,j} \times K_{i,j}(a), \quad j = 1, \dots, m$$

Edellä esitetyt laskentayhtälöt perustuvat monitavoitteisen arvoteoriaan (esimerkiksi Winterfelt ja Edwards 1986 ja Keeney ja Raiffa 1976).

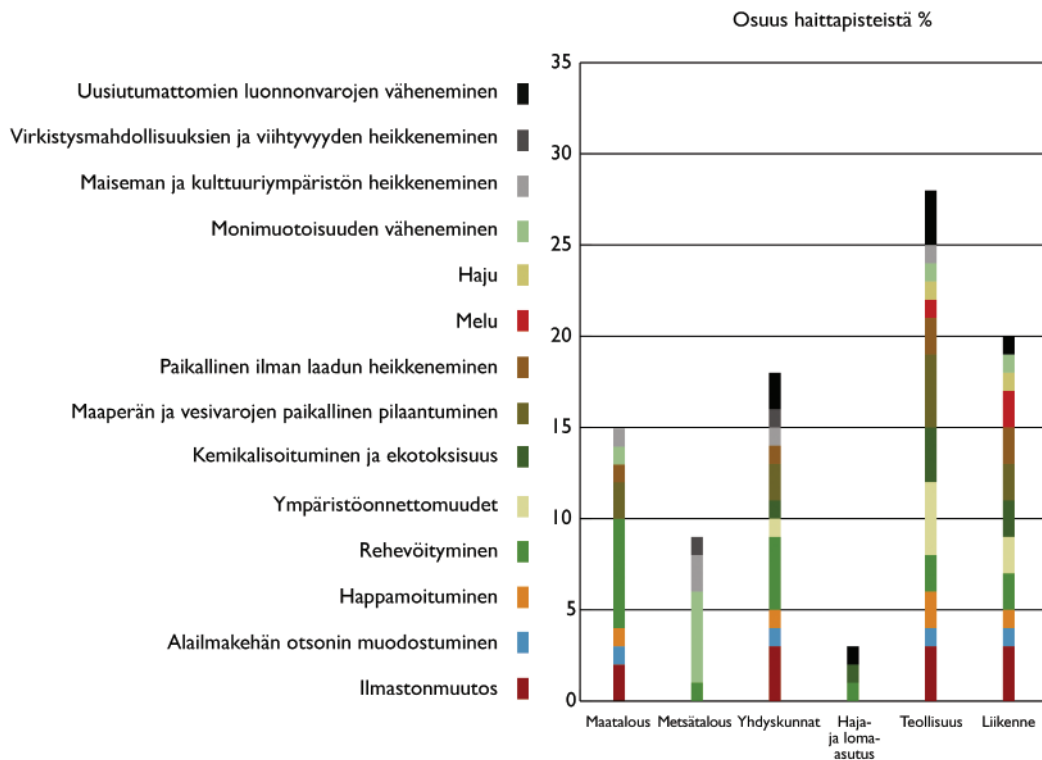
#### 4.2

### Vaikutusarvioinnin tulokset

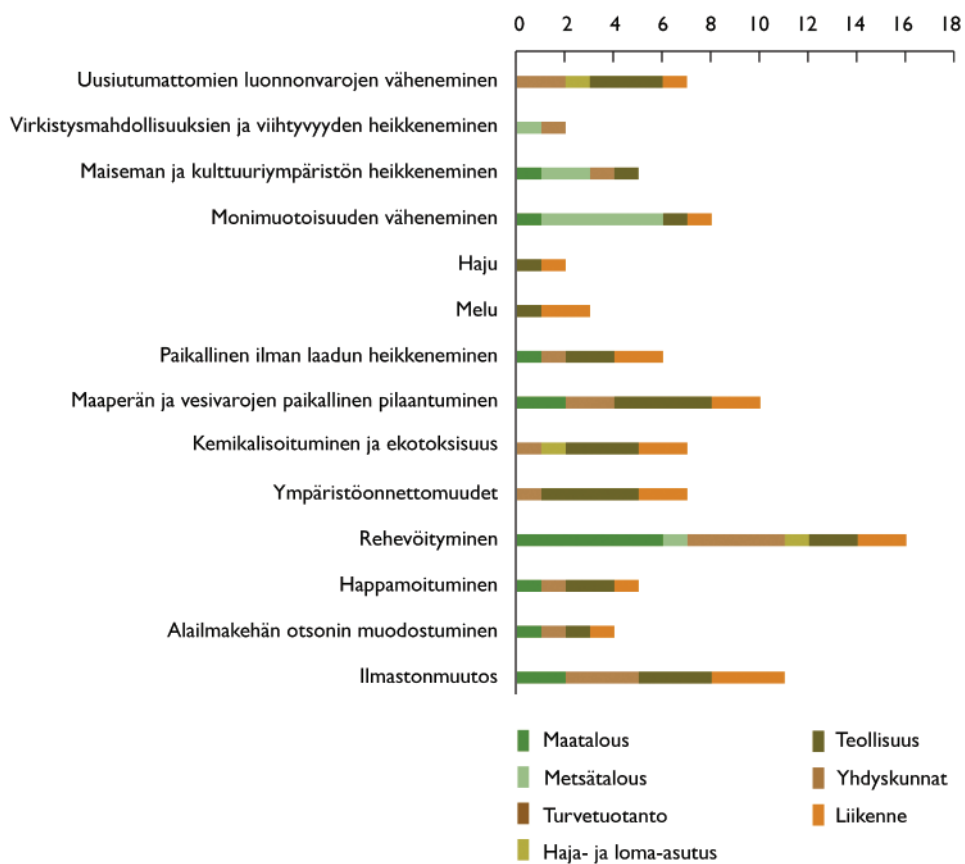
Vaikutusarvioinnin tulos kuvaa ympäristöhaitan jakaantumista eri tekijöille. Laskelma perustuu kerättyyn päästötietoon, Keski-Suomen asiantuntijoiden tekemiin arviointeihin eri päästöjen ja päästölähteiden merkittävydestä sekä arvottamiskyselyn ympäristöongelmien merkittävydestä tulokseen. Vaikutusarviointi kuvaa kyselyn tekohetken tilannetta ja asenteita Keski-Suomen ympäristökysymyksissä. Tulevaisuuden uudet ympäristöongelmat ja arvostusten muuttuminen sekä teknologian kehittyminen eivät näy mallin tuloksessa. Vaikutusarviointimallin rakenne ja käytetyt ympäristöongelmaluokat vaikuttavat saatuun tulokseen. Kaikilta osin luokkia ei voi pitää riittävän yksiselitteisinä. Ympäristöongelmaluokat on kuitenkin haluttu pitää samoina kuin muissa maakunnissa vertailtavuuden säilyttämiseksi. Saadun tuloksen tilastollista luotettavuutta ja tuloksen herkkyyttä ei tämän tutkimushankkeen yhteydessä ole analysoitu. Koska kyselyn vastausten hajonta on erittäin suuri ja useat mallin lähtötiedot ja kertoimet perustuvat asiantuntija-arvioihin, voidaan mallilla saatua ja tässä raportissa esitettyä tulosta pitää suuruusluokka-arviona.

Kuvassa 11 on esitetty toimintosektoreiden ja kuvassa 12 ympäristöongelmaluokkien saamat haittapisteet sekä kuvassa 13 yksittäisille kuormitustekijöille lasketut haittapisteet. Vaikutusarvioinnin tulokset on esitetty prosenttiosuuksina. Mallissa käsitellyn haitan summa on siis 100 %. Kuvan 12 merkitystä arvioitaessa on hyvä huomata, että pylväiden pituudet ovat samat kuin ympäristöongelmaluokille mallissa käytetyt keskiarvopainot kuvassa 10.

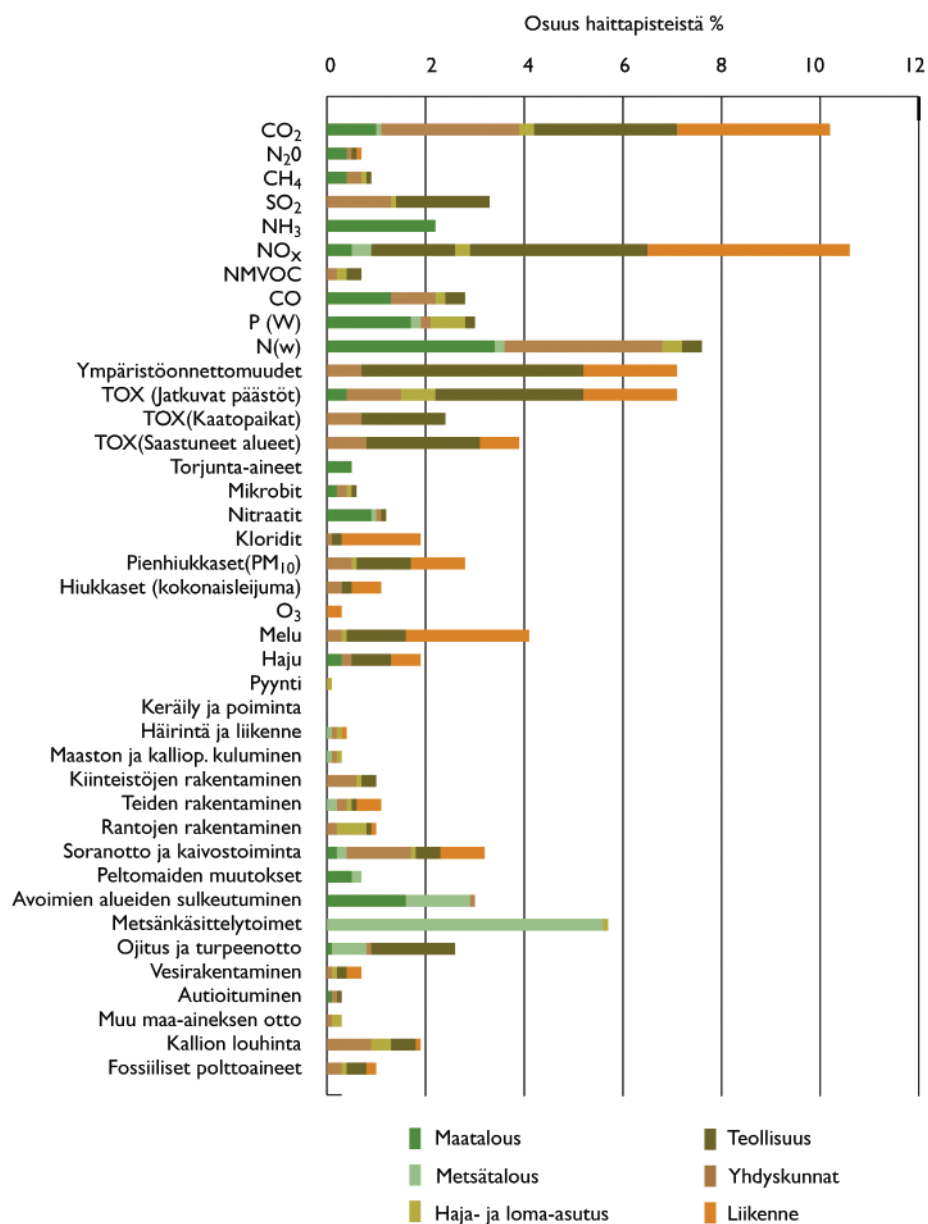
Analyysin perusteella teollisuussektorilta aiheutuu suurin ympäristökuormitus Keski-Suomessa (kuva 11). Sen osuus haittapisteistä on 28 prosenttia. Teollisuuden jälkeen kokonaishaitoiltaan merkittävimmät toiminnot ovat liikenne (21 %) ja yhdyskunnat (20 %). Kun tarkastellaan yksittäisten kuormitustekijöiden aiheuttamaa suhteellista haittaa Keski-Suomessa, niin vaikutusarviointimallin perusteella lähes puolet kokonaishaitasta aiheutuu hiilidioksidipäästöistä, typenoksidipäästöistä, typen päästöistä veteen, eri lähteistä tulevista myrkyllisistä päästöistä, onnettomuus-päästöistä ja metsänkäsittelytoimista (kuva 13).



Kuva 11. Vaikutusarviointimallilla lasketut Keski-Suomen toimintosektoreiden haittapisteet. Kuvaajan sisältämä tieto perustuu sekä mitattuun ympäristökuormitukseen että asiantuntija-arvioihin.



Kuva 12. Vaikutusarvointimallilla lasketut Keski-Suomen haittapisteet ympäristöongelmaluokittain. Ongelmien merkittävyys (pylväiden välinen jakauma) määräytyy Korppisen 2007 tekemän ympäristöongelmien arvottamiskyselyn tuloksen perusteella. Toimintosektoreiden vaikutus kuhunkin ongelmaan (pylväiden sisäinen jakauma) määräytyy ongelmasta riippuen mitatun päästötiedon ja asiantuntija-arvioiden tai ainoastaan asiantuntija-arvioiden perusteella.



Kuva 13. Vaikutusarviointimallilla lasketut Keski-Suomen kuormitustekijöiden haittapisteet. Pylväiden pituudet määräytyvät kuormitustekijästä riippuen mitatun tiedon ja arvioiden tai ainoastaan arvioiden perusteella.

## 5 Tulosten tarkastelu

### 5.1

#### **Yleistä**

Työn ensivaiheessa hankittu päästötieto (luku 2) oli perusta myöhemmälle vaikutusarvioinnille (luku 4), jossa päästötietoa käsiteltiin matemaattisella mallilla. Arviointitulokseen vaikuttavat myös paikallisten vaikuttajien kokemukset ympäristön tilasta siten, että ympäristöongelmien suhteellista merkitystä painotettiin arvottamiskyselyn tuloksella (kuva 7, luku 4).

Työssä tuotettu aineisto tarjoaa moniulotteisen taustan Keski-Suomen ympäristökuormituksen ja ympäristöongelmien tarkastelulle. Inventointitieto on luonteeltaan absoluuttista päästötietoa, jonka analysointi on mielekästä myös ilman vaikutusarviointia.

Yhdeksässä työhön sisältyvistä 15 ympäristöongelmaluokassa ongelmiin myötävaikuttavista kuormitustekijöistä ei ollut mittaustuloksia tai alueellisesti luotettavasti sovellettavia arvioita. Näiden kuormitustekijöiden vaikuttavuus ympäristöongelmiin samoin kuin toimintosektorien osuus kuormitustekijöiden päästöosuuksiin arvioitiin asiantuntijavoimin. Vaikutusarvioinnin tulos muodostui näiden ei-mitattavien tekijöiden osalta yksinomaan kyseisen arvion perusteella. Hajonta arvioissa oli suuri.

Vaikutusarvioinnin tuloksena syntynyt tieto on luonteeltaan suhteellista. Se kuvaa päästöjen ja niitä aiheuttavien toimintosektoreiden suhteellisia osuuksia. Haitan käsitettä konkretisoitiin kuormitustiedosta ja -arvioista laskettujen haittapisteiden avulla. Arviointitulosten laatuun vaikuttavat työn rakenteellisen jaottelun (toimintosektorit, ympäristöongelmaluokat) ohella muun muassa päästötiedon ja -arvioiden laatu ja kattavuus, päästöjen kytkeminen niiden seurauksena syntyviin ympäristöongelmiin ja karakterisoinnin onnistuminen (missä määrin päästöt vaikuttavat ongelmiin). Koska käytetty malli on hierarkkinen, sen luonteeseen kuuluu ylempien tasojen muuttujien voimakas vaikutus lopputulokseen. Vaikutusluokkien painotus arvottamiskyselyn tuloksella on vaikuttanut lopputulokseen merkittävästi. Sen sijaan mallin juuritasolla olevan kuormitustekijän päästötiedon merkitys on ollut pienempi etenkin niissä ongelmaluokissa, joissa ongelmaa selitetään useilla kuormitustekijöillä.

Teoreettinen malli ei voi koskaan kuvata kuormitustekijöiden ja ongelmaluokkien välisen riippuvuuksien täydellisesti. Myöskään ongelmaluokkien päällekkäisyyttä ei ole voitu mallissa täysin eliminoida. Tämä vaikeuttaa tulosten tulkintaa. Malli pystyy kuitenkin ansiokkaasti yhdistämään yksittäiset ympäristöä kuormittavat tekijät tarvittaessa myös useisiin ongelmaluokkiin, jolloin kuormitus vaikuttaa useisiin ympäristöongelmiin tutkimustietoon perustuvaan vaikutusmekanismiin tai asiantuntijoiden tekemiin suhteellisiin arviointeihin perustuen. Mallin systemaattinen lähestymistapa on heikkouksistaan huolimatta tehokas ja antaa riittävän luotettavan kokonaiskuvan maakunnan ympäristöä kuormittavien tekijöiden vaikutuksista ympäristöön.



## Keski-Suomen merkittävimpinä pidettyjen ympäristöongelmien aiheuttajat.

### Vesistöjen rehevöityminen

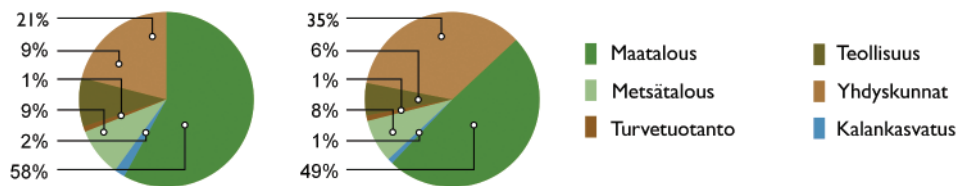
Vesistöjen rehevöityminen koetaan Keski-Suomen merkittävämmäksi ympäristöongelmaksi. Rehevöitymiseen liittyvä uutisointi sai vahvan jalansijan tiedotusvälineissä 90-luvun alun happamoitumiskeskustelun jälkeen ja pysyi keskeisenä aiheena noin 10 vuoden ajan. 2000-luvun alussa ilmastonmuutos nousi median näkyvimmäksi ympäristöteemaksi, vaikkakin myös vesistöasiat rehevöityminen mukaan lukien ovat yhä olleet esillä.

Työn vaikutusten arviointivaiheessa käytetyn matemaattisen mallin karakterisointikertoimet (kertoimet, joilla määritellään ravinteiden esiintymismuotojen vaikutus rehevöitymisongelmaan) sovitettiin mallintamaan Keski-Suomen rehevöityvien päästöjen vaikutuksia laajalla maantieteellisellä alueella. Malli ottaa huomioon Keski-Suomen alueen ulkopuolella näkyvät vaikutukset Itämereen saakka. Näin ollen vaikutusarvioinnin tuloksia ei tule tulkita Keski-Suomen järvien rehevöitymistä kuvaavina.

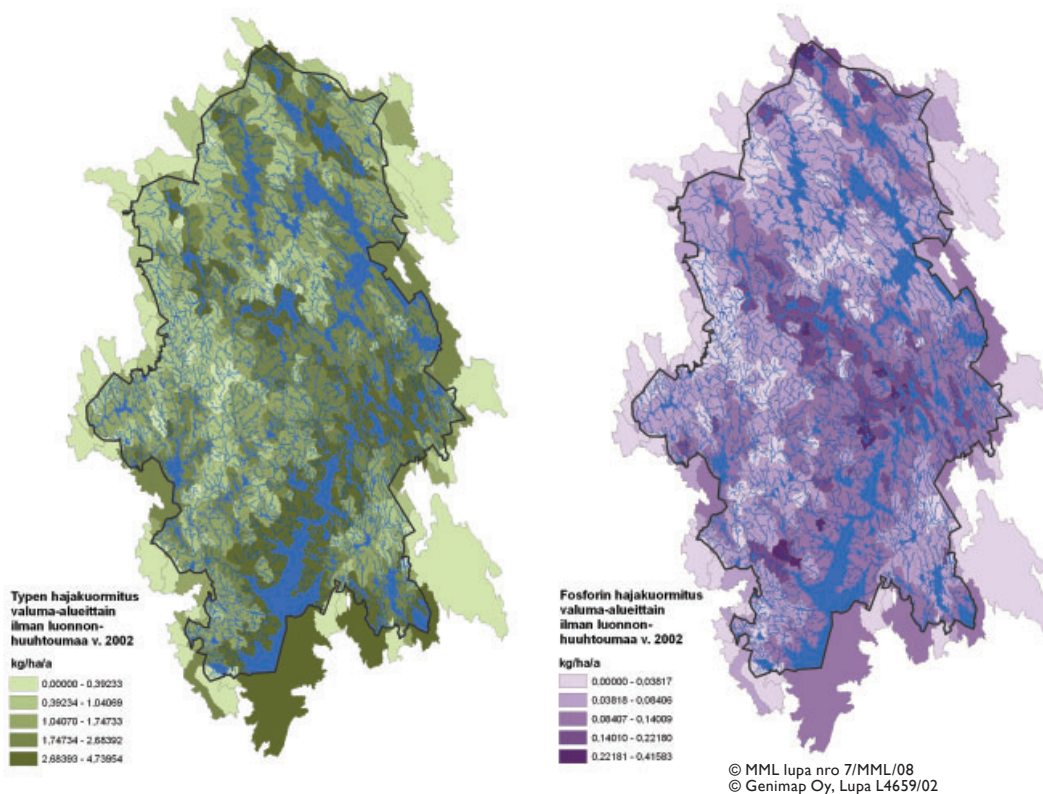
Mallissa on oletettu, että typpi ei aiheuta rehevöitymistä sisäjärvissä, mutta 54 % vesistöihin päätyvässä tyyppästä kulkeutuu mereen ja on siellä rehevöittävä ravinne (Räike 2007). Sisävesissä perustuotantoa rajoittava ravinne on pääsääntöisesti fosfori, joskin joissakin tapauksissa ja tiettyinä aikoina myös tyypellä voi olla merkitystä tuotannon tasoon. Typpiyhdisteet voivat myös vaikuttaa rehevöitymiseen muun muassa lisäämällä vesistön hapenkulutusta ja voimistaen rehevöitymistä välillisesti. Typpiyhdisteiden poistamista rehevöitymistä selittävinä tekijöinä ja näin mallin soveltamista sisävesien rehevöitymistä kuvaavaksi ei nähty mahdollisena, koska todellisuudessa Keski-Suomen ravinnepäästöjen vaikutukset ulottuvat myös merialueelle. Päästöjen vaikutuksia yksinomaan maakunnan järville voidaan selvittää inventaarioosan veteen päätyvää fosforikuormitusta kuvaavien sektorikohtaisten päästömäärien perusteella. Sisävesiä rehevöittävistä fosforipäästöistä yli puolet (58 %) aiheutuu maataloudesta. Noin viidennes kuormituksesta aiheutuu yhdyskuntien toiminnasta (21 %). Metsätalous ja teollisuus aiheuttavat molemmat noin 9 prosenttia maakunnan vesistöihin päätyvästä fosforikuormituksesta. Turvetuotannon ja kalankasvatuksen osuus päästöistä on vähäinen. Typen toimintosektorikohtainen päästöosuusjakauma on fosforin kaltainen. (kuva 14).

Yksittäisistä toiminnoista merkittävimpiä fosforin lähteitä ovat peltoviljely (noin 88 prosenttia maatalouden fosforipäästöistä veteen), haja- ja loma-asutus (noin 65 prosenttia yhdyskuntien fosforipäästöistä veteen). Merkittävimpiä typen lähteitä ovat peltoviljely ja yhdyskuntien jätevedet.

Kuormituksen alueellinen vaihtelu on suurta. On huomattavaa, että maakunnallisessa tarkastelussa vähäisiltäkin näyttävien kuormittajien merkitys voi olla paikallisesti huomattava. Esimerkiksi teollisuuden, turvetuotannon tai kalankasvatuksen päästöt voivat vaikuttaa merkittävästi päästölähteiden alapuolisten vesistöihin, vaikka kuormittajien osuus maakunnan kokonaiskuormituksesta on vähäinen. Ravinnekuormituksen alueellista jakautumista Keski-Suomessa 2000-luvun alussa on kuvattu 3. jakovaiheen vesistöalueiden tasolla kuvassa 15.



Kuva 14. Keski-Suomen suoraan vesistöihin päätyvän fosforin ja typen päästösudet toimintosektoreittain (haja- ja loma-asutus sisältyvät yhdyskunnat -sektoriin).

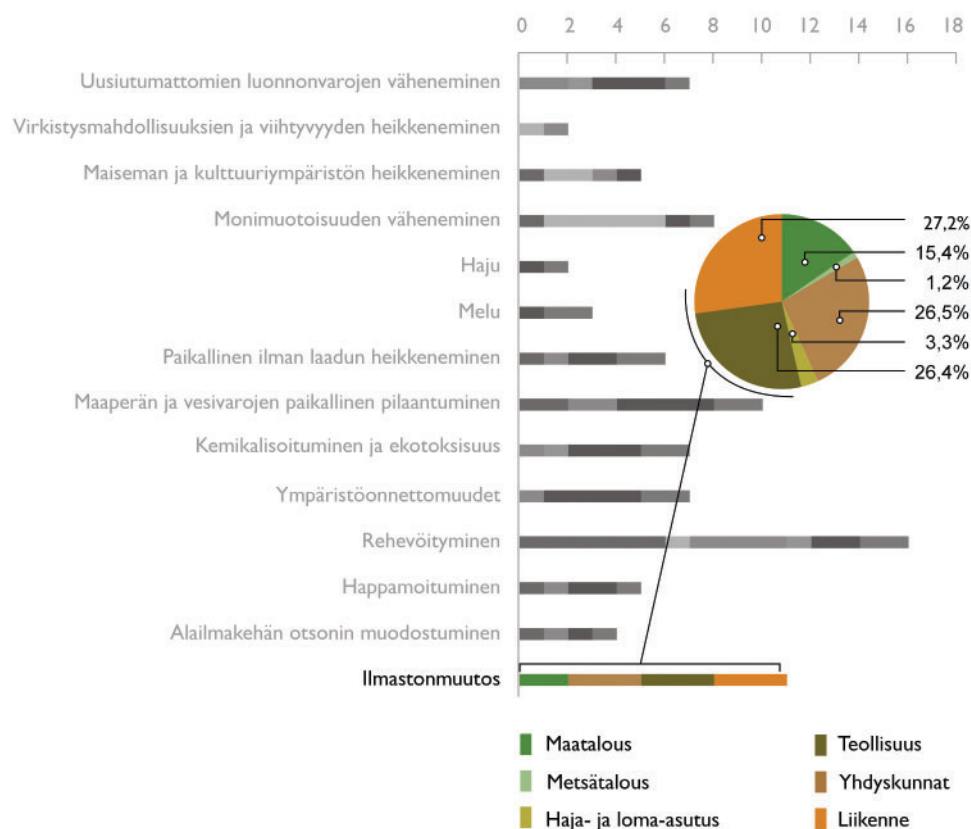


Kuva 15. Keski-Suomen typen ja fosforin hajakuormituksen (haja-asutus, hulevesi, laskeuma, metsätalous, peltoviljely, karjatalous, turkistarhaus, luonnonravintolammikot) jakautuminen 3. jakovaiheen vesistöalueille vuonna 2002.

## Ilmastomuutos

Ilmastomuutosta pidetään toiseksi merkittävimpänä Keski-Suomen hyvää ympäristöä uhkaavana tekijänä. Vaikutusarvioinnin tuloksen mukaan ilmastomuutokseen myötävaikuttavia päästöjä syntyy eniten liikenteestä, yhdyskuntien toiminnasta ja teollisuudesta. Näiden toimintosektoreiden yhteenlaskettu haittapisteiden osuus ongelmaluokan kokonaispisteistä on 84 prosenttia. Ilmastomuutosvaikutukseltaan merkittävin toimintosektori on liikenne, joiden toiminnoista aiheutuu 27,2 prosenttia muutosvaikutuksesta. Lähes yhtä merkittävästi ilmastoa muuttavat yhdyskunnat (26,5 %) ja teollisuus (26,4 %). Maatalous vaikuttaa analyysin mukaan ilmastomuutokseen 15,4 prosentin osuudella. (kuva 16). Merkittävimpiä yksittäisiä ilmastomuutosta edistäviä toimintoja ovat yhdyskuntien ja teollisuuden energiantuotanto (sähkö ja lämpö) ja henkilöautoliikenne.

Tarkastelu sisältää hiilidioksidin (CO<sub>2</sub>), dityppioksidin (N<sub>2</sub>O) ja metaanin (CH<sub>4</sub>) päästöt. Päästöjä on painotettu kertoimilla, jotka kuvaavat kyseisten yhdisteiden potentiaalia aiheuttaa ilmaston lämpenemistä. Esimerkiksi kokonaispäästömääriltään huomattavasti hiilidioksidia vähäisemmän dityppioksidin kasvihuonevaikutus on noin 310 kertainen hiilidioksidiin verrattuna (IPPC 1996). Kasvihuonekaasuisiksi luetaan myös auringon säteilyä absorboiva otsoni ja useissa tapauksissa myös epäsuorasti vaikuttavat hiilimonoksidi (CO), typen oksidit NO<sub>x</sub> ja haihtuvat orgaaniset hiilivedyt (VOC). Näitä yhdisteitä ei käsitelty tässä työssä ilmastomuutoksen yhteydessä.



Kuva 16. Toimintosektoreiden osuudet Keski-Suomen ilmastomuutosvaikutuksesta. Painotetut CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O ja CH<sub>4</sub> (IPPC SAR 1996 GWP-kerrointen mukaan) Yhdyskunnat –sektori sisältää sähkön ja keskitetyn lämmöntuotannon, taajamien talokohtaisen lämmityksen, yhdyskuntien kaatopaikat sekä taajamien jäteveden käsittelyn. Kuva kuvaa vain Keski-Suomen alueella syntyneitä päästöjä (ei sisällä esim. tuontisähkön aiheuttamaa kuormitusta).

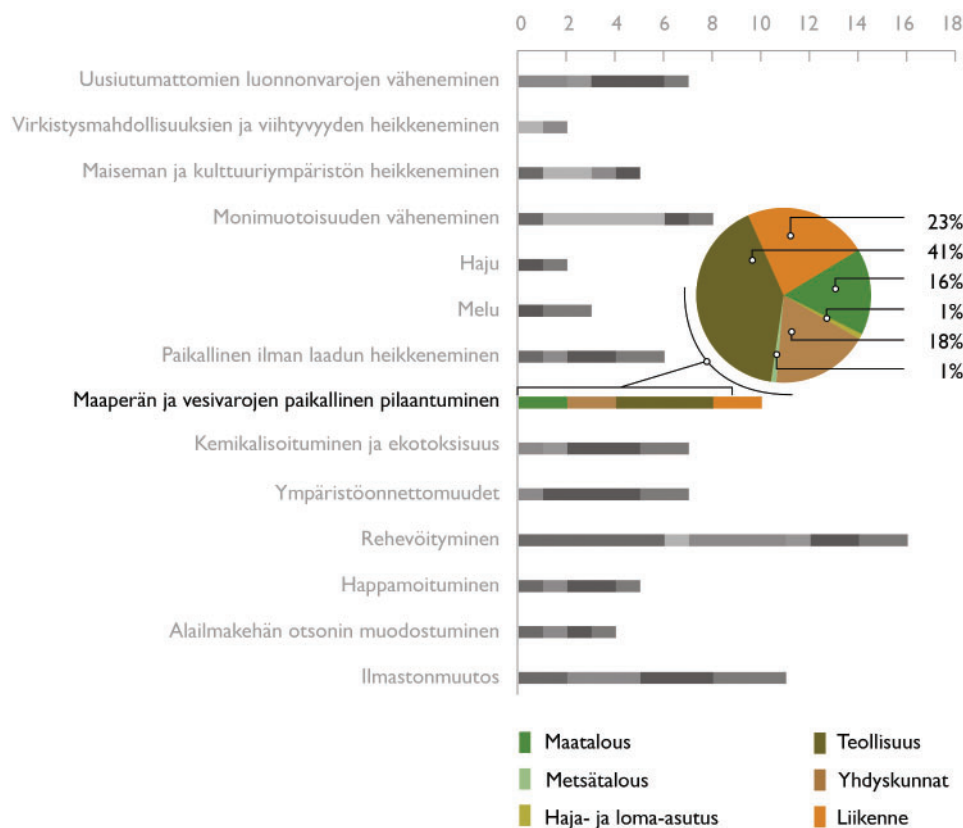
On huomattavaa, että tulos kattaa vain Keski-Suomen maakunnassa syntyneet päästöt. Maakunnan rajat ylittäviä materiaali- ja energiavirtoja ei ole huomioitu laskelmissa. Maakunnan sähköntuotannon alhaisesta omavaraisuusasteesta (noin 20 %) johtuen energiariippuvaisten yhdyskuntien ja teollisuuden osuudet voivat todellisuudessa olla kuvassa 18 esitettyä suurempia. Tarkastelun ulkopuolelle jäivät myös useat vähemmän merkittävät toiminnot sekä kosteiden maapohjien uudis- ja kunnostusajituksista ja turpeen nostosta mahdollisesti aiheutuvat hiilitaseen muutokset, jotka voivat olla kokonaisuudessaan huomattavia.

### 5.2.3

## Maaperän ja vesivarojen paikallinen pilaantuminen

Keski-Suomen kolmanneksi keskeisimmäksi ympäristöongelmaksi arvoitettua maaperän ja vesivarojen paikallista pilaantumista selitettiin mallissa kuudella kuormitustekijällä (kuva 18). Kuormitustekijöistä ei ollut käytettävissä kattavaa mittaustietoa tai luotettavia vaikutuskertoimia, joten asiantuntijat arvioivat kuormitustekijöiden osuudet kyseiseen ongelmaan ja kuormitustekijöiden toimintosektorikohtaiset päästöosuudet. Arvioista laskettiin keskiarvot, jotka ovat kyseisen ongelmaluokan tulos. Arviot vaihtelivat paljon, vaikka arviointitehtävän tulkinnallisia alueita pyrittiin minimoimaan ohjeistamalla vastaajia.

Arvion perusteella teollisuus on 41 prosentin osuudella merkittävin maaperän- ja vesivarojen pilaaja. Toiseksi eniten pilaantumista aiheutuu liikenteestä (23 %). Yhdyskuntien osuus ongelmaan on 18 prosenttia ja maatalouden 16 prosenttia. (kuva 17).



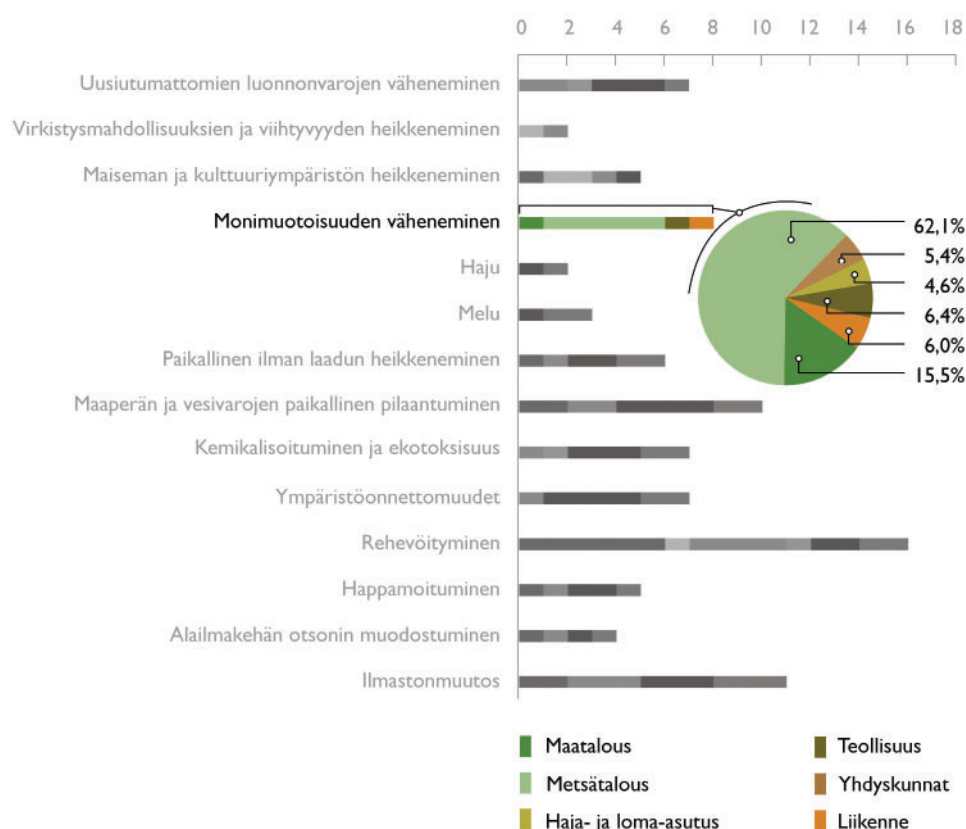
Kuva 17. Toimintosektoreiden osuudet maaperän ja vesivarojen paikalliseen pilaantumiseen. Tulos on 11:nasiantuntija-arvion keskiarvo.

### Maankäytön muutoksista aiheutuva luonnon monimuotoisuuden väheneminen

Maankäytön muutoksista johtuvaa luonnon monimuotoisuuden vähenemistä pidetään maakunnan neljänneksi vakavimpana ympäristöongelmana. Monimuotoisuuden vähenemisen voidaan yleistäen todeta heikentävän eliöiden mahdollisuuksia elää ja lisääntyä.

Eri toimintojen vaikutus luonnon monimuotoisuuden vähenemiseen määritettiin asiantuntija-arviona, minkä jälkeen kunkin kuormitustekijän osuus luonnon monimuotoisuuden vähenemiseen arvioitiin uhanalaisten lajien häviämisyistä tehdyn selvitykseen tuloksiin pohjautuen (Rassi, Alanen, Kanerva ja Mannerkoski 2001). Arvioinnissa käytettyä menetelmää on selostettu tarkemmin luvussa 4 ja liitteessä 4.

Tuloksen mukaan metsätalous on selvästi merkittävin luonnon monimuotoisuuden vähenemisen aiheuttaja. Sen osuus kokonaishaitasta on 62,1 prosenttia. Toiseksi merkittävin monimuotoisuutta uhkaava tekijä on maatalous 15,5 prosentin osuudella. Yhdyskuntien toiminnan, teollisuuden, liikenteen ja haja- ja loma-asutuksen osuus ongelmaan oli noin 5-6 prosenttia. (kuva 18)

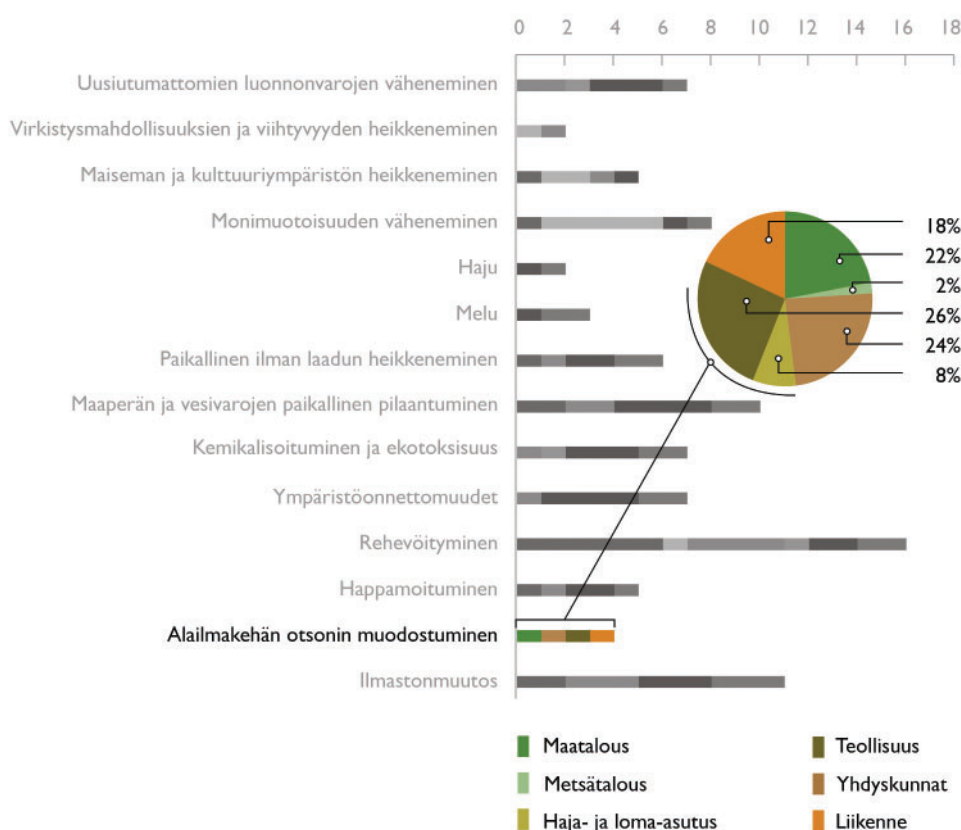


Kuva 18. Toimintosektoreiden vaikutusosuudet Keski-Suomen luonnon monimuotoisuuden vähenemiseen. Arvio kattaa maankäytön muutoksista aiheutuvat monimuotoisuutta alentavat tekijät (esimerkiksi kemikalisoitumisen vaikutuksia monimuotoisuuteen ei arvioitu).

### Alailmakehän otsonin muodostuminen

Alailmakehän otsonin muodostumista pidettiin Keski-Suomen kymmenenneksi merkittävimpanä ympäristöongelmana. Koska ongelmaluokan vaikutusarvio perustuu arvioiden sijaan mitattuun päästötietoon ja tieteellisesti perusteltuihin vaikutuskertoi-  
miin, tulosten esittäminen omana lukunaan katsottiin tarpeelliseksi, vaikka ongelman merkittävyys koetaan vähäiseksi.

Alailmakehän otsonia muodostavat pääasiassa typen oksidit ja VOC-yhdisteet. Myös metaani ja hiilimonoksidi muodostavat otsonia otollisissa olosuhteissa. Otsoni on voimakas hapetin ja sen terveysvaikutukset ihmisille ovat lähinnä hengitystieär-  
sytukseen liittyviä. Kasveille otsoni on haitallista, sillä se vaurioittaa niiden solukkoa ja heikentää kasvua. Vaikka otsoni on alailmakehässä eliöille pääasiassa haitallista, on sillä haitallisia yhdisteitä hapettaessaan myös ilmakehää puhdistava vaikutus. Koska otsoni absorboi auringon säteilyä, se luetaan myös ilmastoa lämmittävien kasvihuonekaasujen joukkoon.



Kuva 19. Toimintosektoreiden vaikutusosuudet alailmakehän otsonipitoisuutta lisäävien päästöjen syntyyn ( $\text{NO}_x$ , NMVOC ja  $\text{CH}_4$ ).



Käytetty vaikutusarviointimalli sisältää alailmakehän otsonia lisäävinä tekijöinä typen oksidit ( $\text{NO}_x$ ), haituvat orgaaniset hiilivedyt pois lukien metaani (NMVOC) ja metaanin ( $\text{CH}_4$ ). Päästöjä on painotettu kertoimilla, jotka kuvaavat kyseisten yhdisteiden potentiaalia lisätä alailmakehän otsonia (taulukko 47).

Alailmakehän otsonipitoisuuden lisäys aiheutuu melko tasaisesti eri toimintosektoreilta. Eniten alailmakehän otsonia lisää teollisuus 26 prosentin osuudella kokonaisuudesta. Yhdyskunnat aiheuttavat 24 prosenttia ja maatalous 22 prosenttia lisäyksestä liikenteen osuuden ollessa 18 prosenttia. Metsätalouden ja haja-asutuksen päästöt ovat selvästi muita vähäisempiä. (kuva 19).

Yksittäisistä toiminnoista merkittävimpiä alailmakehän otsonia lisääviä tekijöitä ovat energiantuotannon (yhdyskunnat ja teollisuus) ja tieliikenteen typen oksidien päästöt, kemianteollisuuden haihtuvien orgaanisten hiilivetyjen (NMVOC) päästöt sekä maatalouden metaanipäästöt.



## 6 Yhteenveto

Keski-Suomen ympäristöanalyysissä selvitettiin maakunnan keskeisimmät ympäristöongelmat ja ihmistoimintojen, kuten liikenteen ja maatalouden, vaikuttavuutta niiden syntyyn. Analyysillä haluttiin jäsentää hajanaisia käsityksiä maakunnan ympäristön tilasta ja keskeisten toimintojen vaikutuksista siihen.

Ympäristöanalyysi tehtiin systemaattisen menetelmän avulla, jossa yhdistettiin tieto tutkimusalueen päästöistä elinkaarimalleissa käytettyihin laskentatapoihin, tieteestä johdettuihin vaikutuskertoimiin ja asiantuntija-arvioihin. Kyseistä valtion ympäristöhallinnossa kehitettyä menetelmää on aikaisemmin käytetty Etelä-Savossa ja Kymenlaaksossa. Se ei todenna ihmisen toiminnasta ympäristölle aiheutuvia riskejä absoluuttisesti, mutta sen avulla voidaan arvioida riskien suhteellisia osuuksia ja päästöjen merkitystä ympäristöongelmiin.

Analyysin mukaan Keski-Suomen maakunnan keskeisimmät ympäristöongelmat vuoden 2006 lopulla olivat vesistöjen rehevöityminen, ilmastonmuutos, maaperän ja vesivarojen paikallinen pilaantuminen sekä luonnon monimuotoisuuden väheneminen. Vähiten merkityksellisinä pidettiin hajua, virkistyskäyttömahdollisuuksien vähenemistä ja melua.

Vesistöjen rehevöityminen aiheutuu tulosten mukaan pääasiassa maataloudesta ja yhdyskuntien toiminnasta. Liikenne, teollisuus ja yhdyskunnat ovat puolestaan merkittävimpiä ilmastonmuutoksen edistäjiä. Kolmanneksi merkittävimmän ongelman, maaperän ja vesivarojen paikallisen pilaantumisen, arvioidaan johtuvan ensisijaisesti teollisuudesta. Myös liikenteellä ja yhdyskunnilla on merkitystä vesistöjen pilaajina. Maakunnan intensiivisen metsien talouskäytön arvioidaan olevan ylivoimaisesti merkittävin luonnon monimuotoisuutta vähentävä maankäytöllinen tekijä. Ympäristöanalyysi osoittaa, että ympäristöongelmat aiheutuvat lähes aina useiden toimintojen yhteisvaikutuksista, minkä vuoksi päästöjä tulisi vähentää kaikilla toimintosektoreilla. Merkittävimpiä työssä esille nousseita yksittäisiä haittoja aiheuttavia toimintoja ovat henkilöautoliikenne, teollisuus, yhdyskuntien energiantuotannon päästöt ja maatalouden ravinnekuormitus.

Tuloksia käytetään tausta-aineistona vuonna 2008 käynnistytvässä Keski-Suomen ympäristöohjelmatyössä, jonka tavoitteisiin kuuluu muun muassa maakunnan keskeisten ympäristöongelmien ja niiden ratkaisusuuntien tunnistaminen. Tulosten sisältämistä epävarmuustekijöistä huolimatta analyysi tarjoaa erinomaisen taustan ympäristöohjelman kaltaiseen laaja-alaiseen ympäristösuunnitteluun. Merkittävin analyysin rajoitteista on viennin ja tuonnin puuttuminen tarkastelusta. Analyysin tulokset eivät myöskään osoita sitä, mistä toiminnoista ympäristökuormitusta voidaan helpoimmin tai tehokkaimmin vähentää. Tähän resurssien oikean kohdentamisen kannalta erittäin keskeiseen kysymykseen tulisi etsiä vastauksia kustannustehokkuuteen ja -hyötyihin keskittyvillä lisäselvityksillä.

Analyysissa tehty päästötiedon inventaario tarjoaa hyvän lähtökohdan maakunnan päästökehityksen jatkuvalla, säännöllisesti tai satunnaisemmin tehtävälle systemaattiselle seurannalle. Esimerkiksi viiden vuoden välein toistuva päästötietojen päivittäminen keskeisiksi todettujen ympäristöongelmaluokkien osalta tarjoaisi tilaisuuden tutkia ympäristökuormituksen kehityssuuntaa. Tukea ja ajatuksia maakunnan päästökehityksen seurannan kehittämistyölle saa esimerkiksi Suomen ympäristökeskuksesta ja Kaakkois-Suomen ympäristökeskuksesta.



## Lähteet

- Edwards, W. & Barron, F. H. (1994). SMARTS and SMARTER: Improved Simple Methods for Multiattribute Utility Measurement. *Organizational Behavior and Human Decision Processes* 60, 306 – 325 (1994).
- Elinkeinoelämän keskusliitto 2007. Teollisuuden energiankäyttö.  
<[http://www.ek.fi/ek\\_suomeksi/kilpailukyky/energia/energian kaytto/teollisuuden\\_energian kaytto.php](http://www.ek.fi/ek_suomeksi/kilpailukyky/energia/energian kaytto/teollisuuden_energian kaytto.php)>
- Energiatollisuus 2006a. Sähköttilasto 2004. <http://www.energia.fi/default.asp?section=2685>
- Energiatollisuus 2006b. Mirja Tiitinen henkilökohtainen tiedonanto, 24.10.2006.
- Energiatollisuus 2007. Sähköttilasto. Energiatollisuus ry:n verkkosivut. <<http://www.energia.fi/fi/tilastot/sahkotilasto>>
- Evira 2006. Luonnonmukaisen tuotannon tilastot, tietohaut ja hinnasto. Toimijoiden ja tuotantoalojen yhteenveto TE-keskuksittain 2005. [http://www.evira.fi/portal/fi/kasvintuotanto\\_ja\\_rehut/luomu/luomuvallvonnan\\_tilasto\\_ja\\_tietohaut/](http://www.evira.fi/portal/fi/kasvintuotanto_ja_rehut/luomu/luomuvallvonnan_tilasto_ja_tietohaut/)
- Grönroos, J., Nikander, A., Syri, S., Rekolainen, S. & Ekqvist, M. 1998. Maatalouden ammoniakkipäästöt. Suomen ympäristö 206. Suomen ympäristökeskus, Helsinki.
- Grönroos, J. & Nikander, A. 2002. Kasvihuonetuotanto ja ympäristö. Kyselytutkimuksen tulokset. Suomen ympäristökeskuksen moniste 257. Suomen ympäristökeskus, Helsinki.
- Grönroos, J. 2006. Maitohuoneiden pesuvesien ja säilörehun puristeneiden kuormitusmalli (kehitetty 1990 luvun lopulla ja 2000-luvun alussa Suomen ympäristökeskuksessa Helsingissä). Kopio Excel-mallista annettu Keski-Suomen ympäristökeskuksen käyttöön vuonna 2006.
- Hagström, M., Vartiainen, E., Vanhanen, J. 2005. Biokaasun maatilatuotannon kannattavuusselvitys – loppuraportti. Gaia Group Oy, Helsinki.
- Ilmailulaitos 2006a. Ympäristökatsaus 2005. [http://www.finavia.fi/files/finavia/ymparistoraportit\\_pdf/Ymparistokatsaus\\_2005\\_fi.pdf](http://www.finavia.fi/files/finavia/ymparistoraportit_pdf/Ymparistokatsaus_2005_fi.pdf)
- Ilmailulaitos 2006b. Siviililentoliikenteen energiankulutus ja päästöt Suomen lentotiedustelualueilla 2004, Muistio 3.5.2005. <http://lipasto.vtt.fi/lipasto/ilmi/ilmi2004raportti.pdf>
- IPCC 1995. IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Vol. 1-3. Paris.
- IPCC 1996. Climate Change 1995. The Science of Climate Change. Contribution of Working Group I to the Second Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Edited by J.T. Houghton, L.G. Meira Filho, B.A. Callander, N. Harris, A. Kattenberg and K. Maskell. Cambridge University Press.
- IPCC 2000. Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories. <<http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gp/english/>>
- Jyväskylän kaupunki 2007. Aluekeskusohjelma. Jyväskylän kaupungin verkkosivut. <<http://www.jyvaskyla.fi/tiedotus/aluekeskusohjelma/>>
- Laitinen, V. 2006. Henkilökohtainen tiedonanto 23.8.2006. Pro Agria, Keski-Suomi.
- Kaakkois-Suomen ympäristökeskus 2007. Haja-asutuksen vesistökuormitus. Kaakkois-Suomen ympäristökeskuksen verkkosivut. <<http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=6579&lan=fi>>
- Kaipainen, J. 2006. Henkilökohtainen tiedonanto 16.8.2006. Keski-Suomen metsäkeskus.
- Keeney, R.L. & Raiffa, H. (1976). Decision with multiple objectives: Preferences and value tradeoffs. John Wiley & Sons, New York.
- Kemira Agro Oy:n tilastot. Lannoitusvuosi 2004/2005, pelto- ja metsälannoitteet. Lannoitteiden myynnin jakautuminen maaseutukeskusalueittain.
- Keski-Suomen toimialakatsaus 2006. <<http://www.kaupunkitutkimusta.fi/>>
- Korppinen, A. 2007. Ympäristöongelmien arvottaminen Keski-Suomessa. Pro gradu-tutkielma, Jyväskylän yliopisto, Bio- ja ympäristötieteiden laitos. Ympäristötiede, Jyväskylä 2007. 78s. Sijainti verkossa vuonna 2008: <http://urn.fi/URN:NBN:fi:juu-2007596>
- Koskela, S. (toim.) 2004. Kymenlaakson alueellinen ympäristöanalyysi ja ympäristöindikaattorit, ECOREG- hankkeen dokumentointiraportti 1. Suomen ympäristö 697. Suomen ympäristökeskus, Helsinki. 143 s.
- Kulmala, J. 2006. Henkilökohtainen tiedonanto 24.8.2006. Vapo Oy.
- Kyntäjä, J. 2006. Henkilökohtainen tiedonanto 4.8.2006. Pro Agria, Keski-Suomi.
- Niemelä, T., Heikkilä, E. & Meriläinen, E. 2005. Monialainen yritystoiminta Keski-Suomen maataloilla, N:o 148/2005. Jyväskylän yliopisto, Taloustieteiden tiedekunta. ISBN 951-39-2214-6.
- Palva, R., Rankinen, K., Granlund, K., Grönroos, J., Nikander, A. & Rekolainen, S. 2001. Maatalouden ympäristötuen toimenpiteiden toteutuminen ja vaikutukset vesistökuormitukseen vuosina 1995–1999. MYTVAS-projektin loppuraportti. Suomen ympäristö 478. Suomen ympäristökeskus, Helsinki.
- Peltola, A. (toim.). Metsätalastollinen vuosikirja 2005 – Finnish Statistical Yearbook of Forestry 2005. Metsäntutkimuslaitos, Vantaan toimiyksikkö. Vammala 2005
- Perälä, P. 2007. Menetelmäkuvaus ja tulokset Keski-Suomen maatalouden kasvihuonekaasupäästöjen laskennasta. 1.2.2007 päivätty 2s. moniste. Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus (MTT), Jokioinen.
- Pipatti, R. 1997. Suomen metaani- ja dityppioksidipäästöjen rajoittamisen mahdollisuudet ja kustannustehokkuus. VTT Tiedotteita 1835. VTT, Espoo.
- Puutarhayritysrekisteri 2003. SVT (Suomen virallinen tilasto). Maa- ja metsätalousministeriön tietopalvelukeskus. Hakapaino Oy, Helsinki 2004.

- Rassi, P., Alanen, A., Kanerva, T. & Mannerkoski, I. (toim.) 2001: Suomen lajien uhanalaisuus 2000. Uhanalaisten lajien II seurantaryhmä. Ympäristöministeriö ja Suomen ympäristökeskus, Helsinki.
- Ratahallintokeskus 2006a. Rataosien sähköistyskartta: [http://www.rhk.fi/rataverkko/tekniset\\_tiedot/sahkoistys/](http://www.rhk.fi/rataverkko/tekniset_tiedot/sahkoistys/) ja suullinen tiedonanto 19.12.2006 Heikki Virtanen, Pöyry CM.
- Ratahallintokeskus 2006b. Suomen rautatietilasto 2006. Ratahallintokeskus, Helsinki. ISSN 1239-7180
- Rintala, J. 2006. Maa-ainesten ottomäärät ja ottamislupatilanne 2004 – maa-aineslain mukaiset ottoalueet. Suomen ympäristö 818. Suomen ympäristökeskus, Helsinki.
- RKTL 2006. Vesiviljely 2005. SVT Maa-, metsä- ja kalatalous. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, 2006 Helsinki.
- Räike, A. (2007). Suullinen tiedonanto 18.12.2007. Helsinki. Suomen ympäristökeskus.
- Saukkonen, S. & Kenttämies, K. (toim.) 1995. Metsätalouden vesistövaikutukset ja niiden torjunta. METVE-projektin loppuraportti. Suomen ympäristö 2. Suomen ympäristökeskus, Helsinki.
- Saukkonen, S. & Kortelainen, P. 1995. Metsätaloustoimenpiteiden vaikutus ravinteiden ja orgaanisen aineen huuhtoutumiseen. Julkaisussa: Saukkonen, S. & Kenttämies, K. (toim.). Metsätalouden vesistövaikutukset ja niiden torjunta. METVE-projektin loppuraportti. Suomen ympäristö 2. Suomen ympäristökeskus, Helsinki.
- Selänne, A. 2006. Henkilökohtainen tiedonanto, asiantuntija-arvio, Keski-Suomen ympäristökeskus.
- Selänne, A. 2007. Vesiensuojelun tavoitteiden toteutuminen vuoteen 2005. Toistaiseksi julkaisematon käsikirjoitus 8.5.2007.
- Seppälä, J. (1999). Decision analysis as a tool for life cycle impact assessment. In: LCA Documents, Klöpffer, W. & Hutzinger, O. (Eds.), Vol 4. Eco-Infoma Press, Landsberg.
- Seppälä, J., Koskela, S., Sokka, L., Talve, S., Pöld, E., and Hiltunen, M-R. 2006. Environmental impacts of oil shale and coal electricity. Chapter 6. in Trends in Conservation and Recycling of Resources. Editor: Christian V. Loeffe, pp. 162-186. ISBN 1-60021-124-0. Nova Science Publishers, Inc., NY, USA, 2006.
- Seppälä, J., Knuuttila, S. & Silvo, K. (2003). Eutrophication of Aquatic Ecosystems: A New Method for Calculating the Potential Contributions of Nitrogen and Phosphorus. Accepted to JLCA 16.10.2003.
- Seppälä, J. & Tenhunen, J. (2000). Vaikutusten arviointi, s. 30 – 65. In: Tenhunen, J. & Seppälä, J. (toim.), Alueellinen ympäristöanalyysi. Esimerkkinä Etelä-Savo. Suomen ympäristö 383.
- Sisäasiainministeriö 2007. Saaristo-ohjelma 2007-2010. Saaret, meri, järvet, joet ja rantavyöhyke aluekehitystekijöinä. Sisäasiainministeriö, saaristoasiain neuvottelukunta, Helsinki. <<http://www.intermin.fi/julkaisu/saaristo-ohjelmaraportti.pdf>>
- StatFin 2007a. StatFin-verkkopalvelun Teollisuus ja rakentaminen –taulukko. Keski-Suomi vuonna 2000. <<http://statfin.stat.fi/StatWeb/start.asp?LA=fi&lp=home>>
- StatFin 2007b. StatFin-verkkopalvelun Rakennuskanta alueittain –taulukko. Keski-Suomi vuonna 2005. <<http://statfin.stat.fi/StatWeb/start.asp?LA=fi&lp=home>>
- StatFin 2007c. StatFin-verkkopalvelun Kesämökit –taulukko. Keski-Suomi vuonna 2005. <<http://statfin.stat.fi/StatWeb/start.asp?LA=fi&lp=home>>
- Suhonen, P. 1997. Onko mielipidetutkimuksiin luottamista?. Teoksessa Suhonen, P (toim.). Yleinen mielipide 1997. Hanki ja jää. Hämeenlinna. ss. 119–128.
- Sähkö ja kaukolämpö 2000. <<http://www.energia.fi/fi/tilastot/sahkojakaukolampo-vuosikirja>>
- Sähkö ja kaukolämpö 2002. <<http://www.energia.fi/fi/tilastot/sahkojakaukolampo-vuosikirja>>
- Tenhunen J. 2006. Systemaattinen menetelmä ympäristövaikutusten arviointiin. Ympäristö 2/2006. s. 33.
- Tenhunen, J. & Seppälä, J. (toim.). 2000. Alueellinen ympäristöanalyysi. Esimerkkinä Etelä-Savo. Suomen ympäristö 383. Suomen ympäristökeskus, Helsinki. 105 s.
- Tenhunen, J., Seppälä, J., Koskela, S., Hiltunen, M-R ja Melanen, M. 2004. Ympäristöä muuttavien ja kuormittavien tekijöiden vaikutusten arviointi. Teoksessa: Kymenlaakson alueellinen ympäristöanalyysi ja ympäristöindikaattorit, ECOREG- hankkeen dokumentointiraportti 1. Toim. Koskela, S. Osa 2, s. 83–108. Suomen ympäristö 697. Suomen ympäristökeskus, Helsinki.
- Tiehallinto 2006. Tietilasto 2005. Tilastoja 1/2006. SVT liikenne ja matkailu. Tiehallinto. Helsinki 2006.
- Tiitinen, M. 2007. Henkilökohtainen tiedonanto 14.2.2007. Energiateollisuus ry, Helsinki
- Tike 2004. Maatilatilastollinen vuosikirja 2000. SVT Maa-, metsä- ja kalatalous 2004:61. Maa- ja metsätalousministeriön tietopalvelukeskus, Helsinki.
- Tike 2006 a. Maatilarekisteri 2005. Maataloustilastojen tietopalvelu Matilda. Helsinki. <http://matilda.mmm.fi>
- Tike 2006 b. Maatalouslaskenta 2000. Maataloustilastojen tietopalvelu Matilda. Helsinki. <http://matilda.mmm.fi>
- Tilastokeskus 2006a. <http://statfin.stat.fi>. Asuntokanta 2004 - Asunnot talotyyppin ja huoneistotyyppin mukaan - erilliset pientalot sekä rivi-/ketjutalot koko maassa ja Keski-Suomen alueella. Tilastokeskus, Helsinki.
- Tilastokeskus 2007a. Keski-Suomen teollisuuden käyttämät polttoaineet –taulukko vuonna 2005. Henkilökohtainen tiedonanto 14.2.2007.
- Tilastokeskus 2007b. Polttoaineluokitus ja päästökertoimet 2006. <[http://www.stat.fi/tup/khkinv/khkaasut\\_polttoaineluokitus.html](http://www.stat.fi/tup/khkinv/khkaasut_polttoaineluokitus.html)>
- Tilastokeskus 2007c. Energiankulutus –tilasto. Tilastokeskuksen verkkosivut. <[http://www.stat.fi/til/ekul/2005/ekul\\_2005\\_2006-12-08\\_tie\\_001.html](http://www.stat.fi/til/ekul/2005/ekul_2005_2006-12-08_tie_001.html)>
- Tilastokeskus 2007d. Energiatilasto 2005. Henkilökohtainen tiedonanto 3.4.2007. Tilastokeskus, Helsinki.
- Toikka, M. 2006. Alueellinen ympäristöanalyysi ja ekotehokkuuden mittaaminen - indikaattoriperusteinen seuranta. Alueelliset ympäristöjulkaisut 414. Kaakkois-Suomen ympäristökeskus.

- Toikka, M. 2007. Henkilökohtainen tiedonanto. Kaakkois-Suomen ympäristökeskus, Lappeenranta.
- Täyttöohje kattilalaitosten ympäristölupahakemuksen liitelomakkeelle 6012a, 2005. <<http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=2310&lan=fi>>
- Yli-Kauppila, H. & Niemi, A. 2003. Keski-Suomen alueellisen jätesuunnitelman tarkistus. Keski-Suomen ympäristökeskuksen monistesarja 56. Keski-Suomen ympäristökeskus, Jyväskylä.
- Ympäristöhallinto ja energiantuottajat 2005. Päästötietojen tuottamismenetelmät: energiantuotanto. <<http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=46599&lan=fi>>
- Ympäristöministeriö 1998. Ohje kotieläintalouden ympäristönsuojelusta 30.9.1998. Ympäristöministeriö, Helsinki.
- Ympäristöministeriö 2001. Ehdotus kotieläinsuojien ympäristölupamenettelyjen selkeyttämiseksi. Pikasikaraportti. Ympäristöministeriö, Helsinki.
- Ympäristöministeriö 2002. Ilmansuojeluohjelma 2010. Suomen ympäristö 588. Ympäristöministeriö, Helsinki.
- Valio 1998. Maitotilan jätevedet. Valion Alkutuotannon ja Jäsenyhteisöjen julkaisu nro 2/98.
- VAHTI. Valtion ympäristöhallinnon ympäristönsuojelun tietojärjestelmän vuosina 2006, 2007 ja 2008 haetut tiedot. Tiedon lähdevuosi on mainittu tekstissä asian käsittelyn yhteydessä.
- VEPS. Valtion ympäristöhallinnon vesistökuormituksen arviointijärjestelmä, tieto haettu järjestelmästä vuonna 2006.
- von Winterfelt, D. & W. Edwards (1986). Decision analysis and behavioral research. Cambridge. Cambridge University Press.
- Voutilainen, K. 2007. Henkilökohtainen tiedonanto, Keski-Suomen ympäristökeskus.
- VTT 2006a. TYKO. <http://lipasto.vtt.fi/tyko/malli.htm>
- VTT 2006b. Liikenteen pakokaasupäästöjen ja energiankulutuksen laskentajärjestelmä LIPASTO. <http://lipasto.vtt.fi>
- VTT 2006c. Henkilökohtainen tiedonanto 15.12.2006, Kari Mäkelä, VTT. Tietojen luovutus LIPASTO –päästölaskentajärjestelmän RAILI 2005 -osamallista.
- VTT 2006d. RAILI 2005 –päästömallin järjestelmäkuvaus osoitteessa: <http://lipasto.vtt.fi/lipasto/raili/index.htm>
- VTT 2006e. MEERI 2005 –päästömallin järjestelmäkuvaus osoitteessa: <http://lipasto.vtt.fi/lipasto/meeri/meeri2005raportti.pdf>
- VTT 2007a. Tieliikenteen pakokaasupäästöjen laskentajärjestelmä - LIISA 2005. Päästömallin järjestelmäkuvaus osoitteessa: <http://lipasto.vtt.fi/lipasto/raili/index.htm>
- VTT 2007b. Liikenteen päästölaskentajärjestelmä - LIPASTO 2006. Laskentajärjestelmän kokonaistulokset yhdistettään.



## Liite 1. Keski-Suomen maatalouden kasvihuonekaasulaskelma v.2005.

Keski-Suomen ympäristökeskus/Hannu Onkila  
Keski-Suomen ympäristöanalyysi

1.2.2007

Maatalouden kasvihuonekaasupäästöt  
Kategoriat 4 Maatalous ja 5 LULUCF

Paula Perälä, Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus, MTT  
Kasvintuotannon tutkimus, Maaperä ja kasvinravitus  
31600 Jokioinen, 03-41882412, [paula.perala@mtt.fi](mailto:paula.perala@mtt.fi)

### Maatalous-kategoria

Maatalouskategorian 4 kasvihuonekaasupäästöt laskettiin valtakunnallisessa kasvihuonekaasuinventaarissa tällä hetkellä käytetyillä menetelmillä (Statistics Finland 2006). Laskennassa sovelletaan hallitusten välisen ilmastopaneelin (IPCC) ohjeita (IPCC 1997; IPCC 2000). Lasketut päästölähdekategoriat olivat kotieläinten ruoansulatuksen metaani (CH<sub>4</sub>)-päästöt, lannankäsittelyn metaani (CH<sub>4</sub>)-päästöt, lannankäsittelyn dityppioksidi (N<sub>2</sub>O)- ja maaperän dityppioksidi (N<sub>2</sub>O)-päästöt. Laskennassa käytettiin Keski-Suomen alueelta saatuja tilastotietoja mm. eläinmääristä, viljelypinta-aloista ja lannoitteiden käytöstä. Tiedon lähteinä olivat mm. Keski-Suomen ympäristökeskus, ProAgria Keski-Suomi sekä MMM/Tike. Päästökertoimina käytettiin samoja kertoimia, mitä valtakunnallisessa inventaarissa. Osa laskentaparametreista oli alueellista tietoa, osa valtakunnallisessa inventaarissa käytettyjä. Päästöt muutettiin hiilidioksidiekvivalenteiksi GWP-kertoimilla: hiilidioksidi 1, metaani 21 ja dityppioksidi 310, jolloin ne voidaan laskea yhteen. Tulokseksi maatalouskategoriasa saatiin taulukon 1. mukaiset tulokset. Kokonaispäästöiksi vuodelle 2005 saatiin 200 Gg CO<sub>2</sub> ekv. eli 200 kt hiilidioksidiekvivalenteina. Maatalouden päästöt eivät sisällä maatalouden energian käytön päästöjä, sillä ne raportoidaan valtakunnallisessa inventaarissa energiasektorilla. Päästöjen laskentamenetelmät ovat muuttuneet, joten tulokset eivät ole täysin vertailukelpoiset aikaisempien laskelmien kanssa (vrt. Kymenlaakson ympäristöanalyysi).

Taulukko 1. Maatalouskategorian kasvihuonekaasupäästöt Keski-Suomen alueelta v. 2005.

Päästölähdeluokka	Päästöt, Gg	Päästöt,* Gg CO <sub>2</sub> ekv.
Kotieläinten ruoansulatus, metaani (CH <sub>4</sub> )	4.00	84.1
Lannankäsittely, metaani (CH <sub>4</sub> )	0.51	10.7
Lannankäsittely, dityppioksidi (N <sub>2</sub> O)	0.05	15.2
Maaperä, dityppioksidi (N <sub>2</sub> O), suora	0.22	67.9
Maaperä, dityppioksid (N <sub>2</sub> O), epäsuora	0.07	22.0
Päästöt yhteensä	-	<b>199.9</b>

\* pyörityksistä johtuen luvut eivät aina täsmää jos päästö kerrotaan GWP-kertoimella.

### LULUCF-kategoria

Maatalousmaan hiilidioksidipäästöt raportoidaan nykyisessä inventaarissa ns. LULUCF-kategoriassa (Land use, Land-use Change and Forestry). LULUCF-kategorian laskennassa sovelletaan IPCC:n vuonna 2003 julkaisemia hyvän käytännön ohjeita (IPCC 2003). Ohjeita on sovellettu Suomen inventaarissa osittain siltä osin kun se on mahdollista mutta kokonaisuudessaan maankäyttöluokkien välisten muutosten kasvihuonekaasutaseita ei ole voitu vielä raportoida valtakunnallisessa inventaarissa. Aikaisemmat arviot maatalousmaan hiilidioksidipäästöistä perustuvat vanhempiin ohjeisiin (IPCC 1997) ja laskenta on muuttunut uusien ohjeiden soveltamisen jälkeen. Sen vuoksi luvut eivät ole vertailukelpoisia aikaisempien arvioiden (vrt. Kymenlaakson ympäristöanalyysi) kanssa.

Maatalousmaan hiilidioksidipäästöt laskettiin käyttämällä Keski-Suomen aktiviteettitietoja maatalousmaan alasta (peltopinta-alat) sekä viljelytavoista, joiden oletetaan sitovan hiiltä maaperään (suorakylvö, kevennetty muokkaus, luomu, kesanto). Tietoja saatiin MMM/Tike:sta, Keski-Suomen ympäristökeskuksesta, ProAgria Keski-Suomesta sekä Metsäntutkimuslaitoksesta. Jotkin tiedoista perustuvat asiantuntija-arvioon, koska tietoa ei ollut saatavilla. Peltojen maalajijakauma saatiin Viljavuuspalvelun aineistosta. Kivennäismaiden hiilivarastojen muutosten laskenta perustuu siihen, että arvioidaan maan hiilivaraston suuruus sekä inventaariovuonna (2005) että 20 vuotta ennen inventaariovuotta (1985). Hiilivaraston muutoksesta 20 vuoden aikana saadaan inventaariovuoden päästö/nielu. Orgaanisten maiden hiilidioksidipäästöjen laskennassa käytetään kansallisia, hehtaarikohtaisia päästökertoimia. Kalkituksen päästöjä laskettaessa oletetaan kaiken kalkissa olevan hiilidioksidin vapautuvan samana vuonna kun se on lisätty maahan. Laskentaa on kuvattu tarkemmin kansallisessa inventaarioraportissa (Statistics Finland 2006). Maatalousmaan hiilivarastojen laskentaan liittyy suuria epävarmuuksia ja tämänhetkiset menetelmät perustuvat karkeaan arviointiin. Todellisuudessa maata siirtyy maatalouskäytöstä muihin maankäyttömuotoihin mutta maankäyttömuotojen välisiä siirtymiä ei tässä ole voitu huomioida. Laskennan tulokset ovat taulukossa 2. Orgaanisten peltojen viljely aiheutti suurimman hiilidioksidipäästön, n. 184 kt, kun taas kivennäismaiden viljely tuotti n. 27 kt:n hiilidioksidinielun. Laskennassa on huomioitu myös pellonraivaus (maaperä, puustoa ei huomioitu), jota ei tällä hetkellä sisällytetä valtakunnalliseen inventaarioon mutta tullaan sisällyttämään.

Taulukko 2. Maatalousmaan hiilidioksidipäästöt Keski-Suomen alueelta v. 2005.

Päästölähdeluokka	Gg CO <sub>2</sub> ekv.
Orgaanisten peltojen viljely	183.8
Kalkitus	8.1
Kivennäismaat	-26.8
Pellonraivaus 20 v. aikana	32.6
<b>Päästöt yhteensä</b>	<b>197.8</b>

#### Kirjallisuus:

IPCC 1997. Houghton, J. T., Meira Filho, L.G., Lim, B., Treanton, K., Mamaty, I., Bonduki, Y., Griggs, D. J. and Callander, B. A. (1997) Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Vol 1–3. London: IPCC, OECD and IEA.

IPCC 2000. Penman, J., Kruger, D., Galbally, I., Hiraishi, T., Nyenzi, B., Emmanuel, S., Buendia, Martinsen, T., Meijer, J., Miwa, K. and Tanabe, K. (2000). Good Practice Guidance Management in National Greenhouse Gas Inventories. Ha yama: Intergovernmental Change (IPCC).  
<http://www.ipcc.nggip.iges.or.jp/public/gp/gpgaum.htm>

IPCC 2003. Good Practice Guidance for Land use, Land use change and Forestry (ed. Penman, J., Gytarsky, M., Hiraishi, T., Krug, T., Kruger, D., Pipatti, R., Buendia, L., Miwa, K., Ngara, T., Tanabe, K., and Wagner F.) Ha yama: Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC).  
<http://www.ipccnggip.iges.or.jp/public/gp/gpgaum.htm>

Statistics Finland 2006. Greenhouse gas emissions in Finland 1990-2004. National Inventory Report to the UNFCCC, 15<sup>th</sup> April 2006. <http://www.tilastokeskus.fi/kasvihuonekaasut>



## Kyselyn saate ja kysely

### ARVOISA VASTAANOTTAJA

Teemme Keski-Suomen ympäristökeskuksessa tutkimusta keski-suomalaisten päättäjien ja vaikuttajien huolestuneisuudesta ympäristöongelmia kohtaan. Kyselytutkimus on osa laajempaa Keski-Suomen ympäristöanalyysia, jonka osana kyselyn vastauksia käytetään. Samanlainen tutkimus on tehty myös mm. Uudenmaan ympäristökeskuksessa, ja tämä tutkimus palvelee lisäksi maakuntien välistä vertailua. Kirjoitan kyselyyn perustuen ympäristötieteiden pro gradu tutkielman Jyväskylän yliopiston bio- ja ympäristötieteiden laitokselle.

Kyselyssä tehtävänä on vastata yleisiin ympäristöä koskeviin kysymyksiin sekä laittaa annetut ympäristöongelmat tärkeysjärjestykseen. Kyselyn vastaajiksi valittiin alueellisia viranomaisia, elinkeinoelämän vaikuttajia, kuntien viranhaltijoita ja luottamusmiehiä, tutkimuslaitosten edustajia sekä erilaisten järjestöjen ja yhdistysten toimijoita. Teidät on valittu vastaajaksi tähän kyselyyn asemanne perusteella edustamassanne organisaatiossa.

Teidän henkilökohtainen käsityksenne ympäristöongelmien vakavuudesta on tutkimuksen kannalta tärkeä. Lisäksi annatte arvokasta tietoa siitä, miten ympäristönsuojelutoimenpiteet pitäisi jatkossa kohdentaa.

Pyydän teitä ystävällisesti vastaamaan web-kyselyyn viestin alalaidassa näkyvässä internetosoitteessa mahdollisimman pian, kuitenkin 24.11.2006 mennessä. Kyselyyn vastaaminen vie noin 15 minuuttia. Antamanne vastaukset käsitellään nimettöminä ja ehdottoman luottamuksellisinä. Yksittäisten vastaajien tiedot eivät paljastu tuloksista. Mikäli haluatte saada lisätietoja tutkimuksesta, voitte soittaa tai lähettää sähköpostia, tiedot löytyvät alta.

Jokainen vastaus on tutkimuksessa tärkeä, kiitos siis jo etukäteen vastauksistanne!

Asta Korppinen

Fil. yo

[asta.korppinen@ymparisto.fi](mailto:asta.korppinen@ymparisto.fi)

p. 050 537 3442

Hannu Onkila

Projektipäällikkö

[hannu.onkila@ymparisto.fi](mailto:hannu.onkila@ymparisto.fi)

p. 020 490 5864

Linkki kyselyyn:

## Kysely

Sivu 1/7

### VASTATKAA SEURAAVIIN TIETOKYSYMYKSIIN.

Tämän sivun kysymyksillä kartoitetaan yleisen ympäristötietämyksenne tasoa. Vaihtoehtoissa on vain yksi oikea vastaus. *Merkitkää jokaisesta kohdasta oikea vastaus klikkaamalla hiirellä vaihtoehdon vieressä olevaa valintaympyrää.*

1. Kuinka paljon Suomen pinta-alasta on metsää?
  - n. 65 %
  - n. 70 %
  - n. 75 %
  - n. 80 %
2. Kuinka paljon Suomen koko pinta-alasta on suojelualueita?
  - n. 1 %
  - n. 5 %
  - n. 10 %
  - n. 15 %
3. Mitä biodiversiteetti tarkoittaa?
  - Bioteknologian erästä sovellusala
  - Eläinten ja kasvien vuosittaista kannanvaihtelua
  - Elollisen luonnon, kuten ekosysteemien ja lajien, monimuotoisuutta
  - Biodynaamisesti viljeltyjen kasvien luokittelujärjestelmää
4. Mitä seuraavista kemiallisista yhdisteistä katalysaattori ei poista auton pakokaasuista?
  - Hiilimonoksidit
  - Typen oksidit
  - Hiilidioksidi
  - Hiilivedyt
5. Mitä välillisellä energiankulutuksella tarkoitetaan?
  - Kotitalouteen ostettavien tuotteiden valmistuksessa käytettyä energiaa
  - Asuntojen tuuletuksessa ulos karkaavaa energiaa
  - Ravinnon kautta saatua energiaa
  - Liikkumiseen käytettyä energiaa
6. Mistä maaperän ja vesistön happamoituminen pääasiassa johtuu?
  - Ydinvoimaloiden saasteista
  - Teollisuudessa käytetyistä kemikaaleista
  - Maatalouden ravinnekuormituksesta
  - Liikenteen ja energiantuotannon päästöistä
7. Mistä Suomen järvien rehevöityminen pääasiassa johtuu?
  - Maa- ja metsätaloudesta
  - Kotitalouksien jätevesistä
  - Teollisuuden päästöistä
  - Liikenteestä
8. Mikä seuraavista ei ole kasvihuonekaasu?
  - Dityppioksidi
  - Rikkidioksidi
  - Otsoni
  - Vesihöyry
9. Kuinka paljon maapallon keskilämpötila on noussut viimeisen sadan vuoden aikana?
  - Kuusi astetta
  - Kaksi astetta
  - Vajaan asteen
  - Keskilämpötila ei ole noussut

10. YVA -lain mukaisena yhteysviranomaisena toimii
- Hankkeesta vastaava organisaatio
  - Kunnan ympäristönsuojeluviranomainen
  - Alueellinen ympäristökeskus
  - Ympäristölupavirasto

#### SIVU 2/7

#### MITÄ MIELTÄ OLETTE SEURAAVISTA VÄITTÄMISTÄ?

Näillä kysymyksillä kartoitetaan mielipidettänne ympäristöä koskevista väittämistä.

*Merkittävää jokaisesta kohdasta vain yksi näkemystänne parhaiten vastaava vaihtoehto.*

11. Tiede ja tekniikka pystyvät tulevaisuudessa ratkaisemaan useimmat tänä päivänä esiintyvät ympäristöongelmat.
- Täysin eri mieltä
  - Jokseenkin eri mieltä
  - Jokseenkin samaa mieltä
  - Täysin samaa mieltä
  - *En osaa sanoa*
12. Ydinvoima on ainoa järkevä energiantuotantotapa tulevaisuudessa.
- Täysin eri mieltä
  - Jokseenkin eri mieltä
  - Jokseenkin samaa mieltä
  - Täysin samaa mieltä
  - *En osaa sanoa*
13. Valtiovallan tulisi omaksua tiukempi linja luonnonsuojelun puolesta.
- Täysin eri mieltä
  - Jokseenkin eri mieltä
  - Jokseenkin samaa mieltä
  - Täysin samaa mieltä
  - *En osaa sanoa*
14. Suomalainen teollisuus ja elinkeinoelämä toimii nykyisin ympäristöasioissa vastuullisesti.
- Täysin eri mieltä
  - Jokseenkin eri mieltä
  - Jokseenkin samaa mieltä
  - Täysin samaa mieltä
  - *En osaa sanoa*
15. Suurpetojen kannat ovat tällä hetkellä sopivia.
- Täysin eri mieltä
  - Jokseenkin eri mieltä
  - Jokseenkin samaa mieltä
  - Täysin samaa mieltä
  - *En osaa sanoa*
16. Pyrkimällä jatkuvaan taloudelliseen kasvuun ihminen tuhoaa vähitellen luonnon ja lopulta myös itsensä.
- Täysin eri mieltä
  - Jokseenkin eri mieltä
  - Jokseenkin samaa mieltä
  - Täysin samaa mieltä
  - *En osaa sanoa*
17. Yksityisen ihmisen ei kannata suojella luontoa, elleivät muutkin tee niin.
- Täysin eri mieltä
  - Jokseenkin eri mieltä
  - Jokseenkin samaa mieltä
  - Täysin samaa mieltä
  - *En osaa sanoa*

18. Viime aikojen tuhoisat tulvat, myrskyt, kuivuus ja muut poikkeukselliset sääilmiöt ovat seurausta siitä, että ihminen on saasteillaan järkyttänyt luonnon kiertokulkua.

- Täysin eri mieltä
- Jokseenkin eri mieltä
- Jokseenkin samaa mieltä
- Täysin samaa mieltä
- *En osaa sanoa*

19. Jos ympäristölle haitallisia tuotteita ei voida kieltää, niin niille tulee määrätä muita korkeampi hinta.

- Täysin eri mieltä
- Jokseenkin eri mieltä
- Jokseenkin samaa mieltä
- Täysin samaa mieltä
- *En osaa sanoa*

20. Energian säästämiseksi olen valmis siihen, että kotini lämpötilaa ei nosteta yli 20 asteen.

- Täysin eri mieltä
- Jokseenkin eri mieltä
- Jokseenkin samaa mieltä
- Täysin samaa mieltä
- *En osaa sanoa*

#### SIVU 3/7

#### MIKÄ VAIHTOEHDOSTA KUVAA PARHAITEN TOIMINTAANNE YMPÄRISTÖASIOISSA?

*Merkitkää jokaisesta kohdasta vaihtoehto, joka kuvaa parhaiten omaa toimintaanne.*

21. Tuleeko talouteenne luonto- tai ympäristöaiheinen lehti (esimerkiksi eläin-, luonnonsuojelu- tai metsätysaiheinen)?

- Ei
- Kyllä

22. Oletteko viimeisen vuoden aikana allekirjoittanut jonkin ympäristönsuojelua koskeneen adressin tai vastaavan?

- Ei
- Kyllä

23. Oletteko seurannut TV:n luonto- tai ympäristöaiheisia ohjelmia viimeisen vuoden aikana?

- En
- Yhden kerran
- 2-5 kertaa
- 6-10 kertaa
- Yli 10 kertaa

24. Oletteko retkeillyt luonnossa viimeisen vuoden aikana?

- En
- Yhden kerran
- 2-5 kertaa
- 6-10 kertaa
- Yli 10 kertaa

#### SIVU 4/7

#### MIKÄ SEURAAVISTA KUVAA OMAA TOIMINTAANNE PARHAITEN?

*Rastittakaa jokaisesta kohdasta sopivin vaihtoehto.*

25. Ostoksilla ollessani kiinnitän huomiota tuotteen pakkausmateriaalien määrään ennen ostopäätöstä

- Aina tai hyvin usein
- Usein
- Joskus
- En koskaan

26. Valitsen kaupassa ympäristöystävällisiä tuotteita, kuten luomu-, ympäristömerkityt tai reilun kaupan tuotteet, vaikka ne olisivat selvästi kalliimpia

- Aina tai hyvin usein
- Usein
- Joskus
- En koskaan

27. Rajoitan oman auton käyttöä ympäristösyistä

- Aina tai hyvin usein
- Usein
- Joskus
- En koskaan
- En omista autoa

28. Lajittelen jätteeni

- Aina tai hyvin usein
- Usein
- Joskus
- En koskaan

29. Keskustelen ystäväni kanssa ympäristöasioista

- Aina tai hyvin usein
- Usein
- Joskus
- En koskaan

30. Tuon aktiivisesti esille luonnon- tai ympäristönsuojeluun liittyviä asioita työssäni, järjestötoiminnan tai median kautta

- Aina tai hyvin usein
- Usein
- Joskus
- En koskaan

SIVU 5/7

### 31. MITKÄ OVAT MIELESTÄNNE TÄRKEIMMÄT YMPÄRISTÖONGELMAT KESKI-SUOMESSA?

- Laittakaa alla esitetyistä ympäristöongelmista tärkeysjärjestykseen ne, joilla teidän mielestänne on merkitystä ympäristönsuojelutoimenpiteiden kohdentamisen kannalta Keski-Suomessa.
- Antakaa sama sija vain yhdelle ongelmalle (laittakaa tietty numero vain yhteen ruutuun).
- Lukekaa ongelman kuvaus ennen kuin arvotatte ongelman. Jokaisen ympäristöongelman perässä on linkki kuvaukseen.
- Voitte laittaa tärkeysjärjestykseen kaikki esitetyt ympäristöongelmat tai voitte arvioida vain osan.
- Jos listalta puuttuu mielestänne joku tärkeä ympäristöongelma, voitte halutessanne lisätä sen/ne niille varattuihin kohtiin

Kirjoittakaa ympäristöongelmalle antamanne sija (1 - 19) sen alla olevaan tekstikenttään.

1. sija = tärkein ympäristöongelma, 19. sija = vähiten tärkeä ympäristöongelma

Yläilmakehän otsonin väheneminen > [Linkki ongelman kuvaukseen](#)

Alailmakehän otsoni > [Linkki ongelman kuvaukseen](#)

Ilmastonmuutos > [Linkki ongelman kuvaukseen](#)

Paikallinen ilman laadun heikkeneminen > [Linkki ongelman kuvaukseen](#)

Happamoituminen > [Linkki ongelman kuvaukseen](#)

Happivajaus vesistöissä > [Linkki ongelman kuvaukseen](#)

Rehevöityminen vesistöissä > [Linkki ongelman kuvaukseen](#)

Ekotoksisuus/maaperän ja vesistöjen kemikalisoituminen > [Linkki ongelman kuvaukseen](#)

Maaperän ja vesivarojen paikallinen pilaantuminen  
(pilaantuneet maa-alueet, kaatopaikat, lannoitteet, tiesuola) > [Linkki ongelman kuvaukseen](#)

Ympäristöonnettomuudet (teollisuus, kuljetukset, yhdyskunnat) > [Linkki ongelman kuvaukseen](#)

Maankäytön muutoksista johtuva luonnon monimuotoisuuden väheneminen > [Linkki ongelman kuvaukseen](#)

Uusiutumattomien luonnonvarojen väheneminen ja joutuminen jätteeksi > [Linkki ongelman kuvaukseen](#)

Haju > [Linkki ongelman kuvaukseen](#)

Melu > [Linkki ongelman kuvaukseen](#)

Maiseman ja kulttuuriympäristön heikkeneminen > [Linkki ongelman kuvaukseen](#)

Virkistysmahdollisuuksien ja viihtyvyyden heikkeneminen > [Linkki ongelman kuvaukseen](#)

Muu ympäristöongelma 1 (kirjoittakaa kenttään sekä ympäristöongelma että sille antamanne sija)

Muu ympäristöongelma 2 (kirjoittakaa kenttään sekä ympäristöongelma että sille antamanne sija)

Muu ympäristöongelma 3 (kirjoittakaa kenttään sekä ympäristöongelma että sille antamanne sija)

## SIVU 6/7

### TAUSTATIEDOT

Lopuksi kysytään muutamia teitä itseänne koskevia taustatietoja.

*Merkitkää oikea vaihtoehto tai kirjoittakaa tieto annettuun tilaan.*

32. Sukupuolenne

- Nainen
- Mies

33. Mikä on syntymävuotenne?

## 34. Mikä on koulutuksenne?

- kansakoulu, keskikoulu tai peruskoulu
- ammattikoulu tai -kurssi
- lukio tai ylioppilas
- opistotason ammatillinen koulutus
- ammattikorkeakoulu
- korkeakoulu, alemman asteen tutkinto (esim. kandidaatti)
- korkeakoulu, ylemmän asteen tutkinto (esim. maisteri)
- tutkijankoulutus (tohtori tai lisensiaatti)
- muu

## 35. Mihin ammattiryhmään katsotte lähinnä kuuluvanne?

- johtavassa asemassa toisen palveluksessa
- ylempi toimihenkilö
- alempi toimihenkilö
- työntekijä
- yrittäjä tai yksityinen ammatinharjoittaja
- maatalousyrittäjä
- opiskelija
- eläkeläinen
- kotiäiti/-isä
- työtön
- muu

## 36. Mitä organisaatiota kyselyssä edustatte?

- Kunta (viranhaltijana)
- Kunnan valtuusto
- kunnan hallitus
- kunnan lautakunta
- Keski-Suomen ympäristökeskus
- Valtion tutkimuslaitos
- Muu valtion laitos
- Yritys
- Ympäristöjärjestö tai yhdistys
- Muu järjestö tai yhdistys
- Muu

## 37. Missä kunnassa edustamanne organisaatio toimii?

- |                  |              |
|------------------|--------------|
| • Hankasalmi     | • Saarijärvi |
| • Joutsa         | • Sumiainen  |
| • Jyväskylä      | • Suolahti   |
| • Jyväskylän mlk | • Toivakka   |
| • Jämsä          | • Uurainen   |
| • Jämsänkoski    | • Viitasaari |
| • Kannonkoski    | • Äänekoski  |
| • Karstula       | • Muu        |
| • Keuruu         |              |
| • Kinnula        |              |
| • Kivijärvi      |              |
| • Konnevesi      |              |
| • Korpilahti     |              |
| • Kuhmoinen      |              |
| • Kyyjärvi       |              |
| • Laukaa         |              |
| • Leivonmäki     |              |
| • Luhanka        |              |
| • Multia         |              |
| • Muurame        |              |
| • Petäjävesi     |              |
| • Pihtipudas     |              |
| • Pylkönmäki     |              |



38. Mikä seuraavista kuvaa parhaiten asuinympäristöänne?
- kaupungin keskusta
  - esikaupunkialue tai kaupunkilähiö
  - kuntakeskus tai muu taajama
  - maaseudun haja-asutusalue
39. Jos eduskuntavaalit järjestettäisiin nyt, niin minkä puolueen tai muun ryhmittymän ehdokasta äänestäisitte?
- Suomen sosiaalidemokraattinen puolue (SDP)
  - Suomen keskusta (KESK)
  - Kansallinen kokoomus (KOK)
  - Vasemmistoliitto (VAS)
  - Vihreä liitto (VIHR)
  - Ruotsalainen kansanpuolue (RKP)
  - Kristillisdemokraatit (KD)
  - Perussuomalaiset (PS)
  - Jokin muu puolue tai ryhmittymä
  - *En äänestäisi*
  - *En osaa sanoa*
  - *En halua sanoa*

Sivu 6/7

Kiitos vastauksistanne ja oikein mukavaa päivän jatkoa!

40. Jos teillä on kyselyyn liittyviä kommentteja, voitte kirjoittaa ne alla olevaan kenttään.

Painakaa lopuksi vielä "Lähetä" -painiketta lähettääksenne vastauksenne.

**Liite 3:****Kyselyssä mukana olleet organisaatiot**

Keski-Suomen liitto  
 Keski-Suomen TE-keskus  
 Länsi-Suomen lääninhallitus  
 Itä-Suomen ympäristölupavirasto  
 Metsähallitus / Keski-suomi,  
 Luontopalvelut  
 Metsähallitus, Forelia Oy  
 Metsäkeskus Keski-Suomi  
 Metsäntutkimuslaitos, Suonenjoki  
 VTT, Jyväskylä  
 Finavia, Tikkakoski  
 Ratahallintokeskus  
 Keski-Suomen Tiepiiri  
 Tieliikelaitos  
 Museovirasto, Helsinki  
 Jyväskylän taidemuseo  
 Keski-Suomen Museo  
 Keski-Suomen luontomuseo  
 Alvar Aalto Museo  
 Asuntorahasto  
 SAK / Rakennusliitto  
 Hankasalmen kunnan vesi- ja  
 viemärilaitos  
 Joutsan vesihuolto Oy  
 Jämsän kaupungin vesi- ja viemärilaitos  
 Jämsänkosken kaupungin vesi- ja  
 viemärilaitos  
 Karstulan kunnan vesi- ja viemärilaitos  
 Keuruun vesilaitos  
 Konneveden kunnan vesihuoltolaitos  
 Korpilahden kunnan vesi- ja  
 viemärilaitos  
 Kuhmoisten kunnan vesihuoltolaitos  
 Laukaan kunnan vesi- ja viemärilaitos  
 Muuramen kunta, vesilaitos  
 Suolahden kaupunki, vesihuolto  
 Toivakan kunta, vesi- ja viemärilaitos  
 Uuraisten kunnan vesihuoltolaitos  
 Äänekosken kaupungin vesilaitos  
 Jyväskylän seudun puhdistamo  
 MTK Keski-Suomi  
 Pro Agria Keski-Suomi  
 Keski-Suomen metsänhoitoyhdistys ry  
 Keski-Suomen metsänomistajien liitto ry  
 Kyyjärven metsänhoitoyhdistys ry  
 Karstulan metsänhoitoyhdistys ry  
 Metsänhoitoyhdistys Metso  
 Sumiaisten metsänhoitoyhdistys ry  
 Keski-Suomen riistanhoitopiiri  
 Päijänteen metsänhoitoyhdistys

Keski-Suomen kalatalouskeskus  
 Keski-Suomen vapaa-ajankalastajapiiri ry  
 Päijänteen virkistysalueyhdistys  
 Pohjoisen Keski-Suomen  
 virkistysalueyhdistys  
 Keski-Suomen lintutieteellinen  
 yhdistys ry  
 Luonto-Liitto / Keski-Suomen luontopiiri  
 Jyväskylän Maan Ystävät Jymy ry  
 Suomen luonnonsuojeluliiton Keski-Suomen  
 piiri ry  
 Jyväskylän seudun luonnonsuojelu-yhdistys  
 Laukaan luonnonystävät  
 Korpilahden luonnonsuojeluyhdistys ry  
 Ala-Keiteleen luonnonystävät  
 Jyväskylän asukkaiden paikallisagenda  
 JAPA ry  
 Keski-Suomen partiolaiset ry  
 Keski-Suomen 4H-piiri  
 Jyväskylän latu ry  
 Hankasalmen kunta  
 Joutsan kunta  
 Jyväskylän kaupunki  
 Jyväskylän maalaiskunta  
 Jämsän kaupunki  
 Jämsänkosken kaupunki  
 Kannonkosken kunta  
 Karstulan Kunta  
 Keuruun kaupunki  
 Kinnulan kunta  
 Kivijärven kunta  
 Konneveden kunta  
 Korpilahden kunta  
 Korpilahti, Muurame  
 Kuhmoisten kunta  
 Kyyjärven kunta  
 Laukaan kunta  
 Leivonmäen kunta  
 Luhangan kunta  
 Multian kunta  
 Muuramen kunta  
 Petäjäveden kunta  
 Pihtiputaan kunta  
 Pylkönmäen kunta  
 Saarijärven kaupunki  
 Sumiaisten kunta  
 Suolahden kaupunki  
 Toivakan kunta  
 Uuraisten kunta  
 Viitasaaren kaupunki

Äänekosken kaupunki  
Elinkeinoelämän keskusliitto,  
Itä-Suomen aluetuimisto  
Keski-Suomen Kauppakamari  
Keski-Suomen Yrittäjät  
Jykes  
Metso Paper Oyj  
Metso Foundries Oyj  
Valtra Oy  
Metsäliitto  
UPM-kymmene, Kaipola  
Finnforest  
Vapo Oy  
Moventas Oy  
CP Kelco Oy  
Keski-suomalainen Oyj  
Jyväskylän Energia Oy  
Jyväskylän Liikenne Oy  
SOK Keskimaa  
Kesko Oyj  
Lemminkäinen Oyj  
Skanska

Vattenfall  
Fortum  
Mustankorkea Oy  
Lassila & Tikanoja Oyj  
Jämsän seudun jätehuolto Oy  
Sammakkokangas Oy  
Maa ja vesi Oy / Jaakko Pöyry Oy,  
Jyväskylä  
Suunnittelukeskus Oy, Jyväskylä  
Ramboll Oy / Paavo Ristola Oy  
Jyväskylän yliopisto, Ympäristön-  
tutkimuskeskus  
Jyväskylän yliopisto, Päijänne OTY  
Jyväskylän yliopisto, Bio- ja ympäristö-  
tieteiden laitos  
Jyväskylän yliopisto, Kasvatustieteiden  
tiedekunta  
Jyväskylän ammattikorkeakoulu,  
Tekniikka ja liikenne  
Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos  
Jyväskylän yliopisto, Yhteiskuntatieteellinen  
tiedekunta

## Liite 4

### Eri kuormitustekijät luonnon monimuotoisuuden aiheuttajina

Luonnon monimuotoisuuden väheneminen Keski-Suomessa arvioitiin vastaavasti kuin Kymenlaakson ympäristö-analyysissa (Koskela toim. 2004) ja Etelä-Savon ympäristöanalyysissa (Tenhunen ja Seppälä 2000).

Tässä tarkastelussa luonnon monimuotoisuuden vähenemisen on oletettu aiheutuvan ainoastaan maankäyttöön liittyvistä tekijöistä. Todellisuudessa maankäytön ohella monimuotoisuutta vähentävät myös lukemattomat muut tekijät. Luonnon monimuotoisuuden ei myöskään voida olettaa olevan muuttumaton vakio, vaan monimuotoisuuden vaihtelee myös luontaisesti.

Luonnon monimuotoisuuden vähenemissyyden (taulukon 1 toinen sarake) keskinäisten merkitysten arviointi perustuu suoraan eri tekijöiden arvioituihin vaikutuksiin uhanalaisten lajien lukumääriin Suomessa. Taulukossa esitetyt osuudet valtakunnalliseen uhanalaisuuteen vaikuttavista syistä ovat peräisin Uhanalaisten lajien II seurantaryhmän raportista (Rassi ym. 2001). Kyseisiä prosenttiosuuksia on käytetty lähtökohtana arvioitaessa alueellisesta monimuotoisuuden vähenemistä. Koska Rassin ym. (2001) raportissa ei oltu jaoteltu rakentamista kiinteistöjen, teiden ja rantojen rakentamiseen, kyseinen osa-alue jaettiin Kymenlaakson arvioinnissa käytettyjen lukujen suhteessa.

**Taulukko 1.** Eri osatekijöiden vaikutus monimuotoisuuden vähenemiseen Suomessa ja Keski-Suomessa.

Uhanalaisuuden syy	Syy (%) koko Suomessa	Keski-Suomen osuus (%) koko Suomen monimuotoisuusongelmasta	Keski-Suomen osuus (%) koko Suomen monimuotoisuusongelmasta (vain maankäyttö huomioituna)
Pyynti	0,8	0,052	0,062
Keräily ja poiminta	0,5	0,031	0,037
Häirintä ja liikenne	0,3	0,017	0,020
Maa- ja kallioperän kuluminen	1,7	0,062	0,074
Rakentaminen			
kiinteistöjen rakentaminen	1,8	0,087	0,104
teiden rakentaminen	7,1	0,411	0,489
rantojen rakentaminen	1,2	0,073	0,087
Soranotto ja kaivostoiminta	2,1	0,098	0,116
Peltomaiden muutokset	1,2	0,059	0,070
Avoimien alueiden sulkeutuminen	25,5	1,347	1,603
Metsänkäsittelytoimet	34,7	2,327	2,771
Ojitus ja turpeen otto	3,2	0,442	0,526
Vesirakentaminen	3,9	0,210	0,250
<b>Yht.</b>	<b>84</b>	<b>5,216</b>	<b>6,209</b>

Keski-Suomen osuuden laskenta koko Suomen monimuotoisuusongelmasta oli kolmivaiheinen:

- 1) Laskettiin Keski-Suomen eri toimintosektoreiden osuudet koko maan vastaavista toimintosektoriaktiiviteeteista (taulukko 2). Arviointiperusteena käytettiin Kymenlaakson esimerkin mukaisesti suhdelukua, joka parhaiten kuvastaa tietyn sektorin osuutta koko Suomeen verrattuna.
- 2) Valtakunnalliset monimuotoisuuden vähenemissyyt kuvaavat prosenttiluvut (taulukko 1, sarake 2) kerrottiin eri sektoreiden aktiiviteettiluvulla taulukon 3 mukaisesti. Taulukon 3 laskentaperusteiden painotukset perustuvat Keski-Suomen ympäristökeskuksen asiantuntijoiden arvioihin (dokumentointiraportin taulukko X).

3) Taulukon 1 sarakkeessa 2 on esitetty vain maankäyttöön liittyvät tekijät, jotka muodostavat yhteensä 84 prosenttia koko Suomen monimuotoisuuden vähenemisestä. Lopullinen Keski-Suomen osuus koko Suomen maankäyttöön liittyvien tekijöiden aiheuttamasta monimuotoisuuden vähenemisestä saadaan, kun taulukon 1, sarakkeen 3, prosentiosuudet jaetaan 0,84 eli luvulla, josta muut kuin maankäyttöön liittyvien syiden vaikutusosuudet on vähennetty ja saadut osamäärät summataan yhteen. Näin arvioituna Keski-Suomen osuus koko Suomen monimuotoisuusongelmasta on 5,95 prosenttia.

**Taulukko 2.** Keski-Suomen toimintosektoreiden arvioitu %-osuus koko maan vastaavista toimintasektoriaktiiviteeteista sekä niiden arviointiperusteet.

Toimintasektori	Osuus %	Arviointiperuste	Tiedon lähde
Maatalous - S1	0,0415	Peltopinta-alan suhde koko maan peltopinta-alaan	MMM Tike, Matilda -maatilarekisteri. Tiedot vuodelta 2005. Viljelty ala+kesanto
Metsätalous - S2	0,0669	Metsävarantojen osuus koko maan varannoista	VMI9, Metsämaan pinta-ala, Metsätalostollinen vuosikirja 2005.
Teollisuus - S3	0,0412	CO <sub>2</sub> -päästö koko maan teollisuuden CO <sub>2</sub> -päästöistä	VAHTI, CO <sub>2</sub> foss ja bio 2005
Yhdyskunnat S-4	0,0467	Taajamien asukasmäärä koko maan taajamien asukasmäärästä	Tilastokeskus, Kari Seppä henkilökohtainen tiedonanto (v.2000 tieto)
Haja-asutus S-5	0,0730	Haja-asutuksen asukasmäärä koko maan haja-asutuksen asukasmäärästä	Tilastokeskus, Kari Seppä henkilökohtainen tiedonanto (v.2000 tieto)
Liikenne S-6	0,0594	Tieliikenteen kokonaissuorite - osuus koko maan vastaavasta	VTT, Liisa 2005 -tieliikenteen päästölaskentajärjestelmä

**Taulukko 3.** Keski-Suomen monimuotoisuuteen vaikuttavien eri syiden vaikutusosuuksien perusteet.

Uhanalaisuuden syyt	Laskentaperuste
Pyynti	$= 0,8 * (S^2 * 0,060 + S^4 * 0,280 + S^5 * 0,660)$
Keräily ja poiminta	$= 0,5 * (S^4 * 0,425 + S^5 * 0,575)$
Häirintä ja liikenne	$= 0,3 * (S^1 * 0,090 + S^2 * 0,230 + S^3 * 0,090 + S^4 * 0,210 + S^5 * 0,120 + S^6 * 0,260)$
Maa- ja kallioperän kuluminen *	$= 1,7 * (S^2 * 0,400 + S^3 * 0,040 + S^4 * 0,270 + S^5 * 0,200 + S^6 * 0,090) * 0,6$
Kiinteistöjen rakentaminen	$= 1,8 * (S^1 * 0,025 + S^3 * 0,275 + S^4 * 0,575 + S^5 * 0,125)$
Teiden rakentaminen	$= 7,1 * (S^1 * 0,038 + S^2 * 0,200 + S^3 * 0,085 + S^4 * 0,150 + S^5 * 0,078 + S^6 * 0,450)$
Rantojen rakentaminen	$= 1,2 * (S^3 * 0,140 + S^4 * 0,240 + S^5 * 0,540 + S^6 * 0,080)$
Soranotto ja kaivostoiminta *	$= 2,1 * (S^1 * 0,030 + S^2 * 0,050 + S^3 * 0,150 + S^4 * 0,410 + S^5 * 0,030 + S^6 * 0,330) * 0,9$
Peltomaiden muutokset	$= 1,2 * (S^1 * 0,667 + S^2 * 0,250 + S^4 * 0,030 + S^5 * 0,008 + S^6 * 0,045)$
Avoimien alueiden sulkeutuminen	$= 25,5 * (S^1 * 0,540 + S^2 * 0,440 + S^4 * 0,020)$
Metsänhoito yleensä	$= 34,7 * (S^2 * 0,975 + S^5 * 0,025)$
Ojitus ja turpeenotto *	$= 3,2 * (S^1 * 0,030 + S^2 * 0,540 + S^3 * 0,400 + S^4 * 0,030) * 2,5$
Vesien rakentaminen	$= 3,9 * (S^1 * 0,030 + S^2 * 0,030 + S^3 * 0,330 + S^4 * 0,100 + S^5 * 0,150 + S^6 * 0,360)$

\* Uhanalaisuuden syitä on painotettu alla olevilla korjauskertoimilla niiden maakunnallisen merkittävyyden mukaan.

Maa- ja kallioperän kuluminen 0,6

Ihmistoiminnasta (mm. virkistyskäyttö) aiheutuva maaston kulumisen voidaan olettaa olevan merkitykseltään vähäistä Keski-Suomessa.

Soranotto ja kaivostoiminta 0,9

Keski-Suomen alueen kaivostoiminta on vähäistä

Ojitus ja turpeen otto 2,5

Laskentamenetelmän ominaispiirteistä johtuen turvetuotantoa tuli painottaa korkealla kertoimella kertomalla turvetuotantoon ja ojituksiin liittyvien monimuotoisuusuhkien esiin saamiseksi. Ilman kerrointa turvetuotanto ja ojitus olisivat näyttäytyneet monimuotoisuuden vähenemisen kannalta toiminnan harjoittamiseen nähden huomattavan merkityksellömmiksi. Käytetty malli painottaa voimakkaasti muun muassa metsätaloutta ja turvetuotannon on katsottu asiantuntija-arvioissa aiheutuvan pääasiassa teollisuuden toimialasta, mistä johtuen tulos on osittain harhainen.

Koskela, S. (toim.) 2004. Kymenlaakson alueellinen ympäristöanalyysi ja ympäristöindikaattorit, ECOREG- hankkeen dokumentointiraportti 1. Suomen ympäristö 697. Suomen ympäristökeskus, Helsinki.

Rassi, P., Alanen, A., Kanerva, T. & Mannerkoski, I. (toim.) 2001: Suomen lajien uhanalaisuus 2000. Uhanalaisten lajien II seurantaraportti. Ympäristöministeriö ja Suomen ympäristökeskus, Helsinki.

## **Liite 5. Ympäristöongelmien arvottamisen asiantuntijaryhmä**

Ei-mitattavien subjektiivisesti arvioitujen kuormitustekijöiden arviointiin osallistuneet Keski-Suomen ympäristökeskuksen asiantuntijat:

Helolahti Anne  
Horppila-Jämsä Liisa  
Hänninen Katja  
Karvonen Esko  
Koivisto Katriina  
Koivula Niina  
Koskinen Minna  
Onkila Hannu  
Rintala Teemu  
Romula Juha  
Tähtö Veera







## KUVAILULEHTI

Julkaisija	Keski-Suomen ympäristökeskus			Julkaisuaika 2008 Marraskuu
Tekijä(t)	Hannu Onkila, Jyrki Tenhunen, Asta Korppinen ja Jenni Hiekkavirta			
Julkaisun nimi	Keski-Suomen ympäristöanalyysi -loppuraportti			
Julkaisusarjan nimi ja numero	Keski-Suomen ympäristökeskuksen raportteja 6   2008			
Julkaisun teema				
Julkaisun osat/ muut saman projektin tuottamat julkaisut				
Tiivistelmä	<p>Keski-Suomen ympäristöanalyysissa selvitettiin, kuinka paljon maakunnan ympäristöä kuormittavat toiminnot, kuten liikenne, teollisuus tai metsätalous vaikuttavat keskeisiin ympäristöongelmiin. Työssä tutkittiin myös, kuinka vakaviksi eri ympäristöongelmat Keski-Suomessa koetaan. Analyysi perustui valtion ympäristöhallinnossa kehitettyyn systemaattiseen menetelmään, jolla voidaan selvittää ihmistoinnin ja ympäristöongelmien välisiä yhteyksiä. Työn keskeiset vaiheet olivat alueellisen päästötiedon inventointi ja vaikutusten arviointi matemaattisen mallin avulla.</p> <p>Analyysin osana tehdyn laajan kyselytutkimuksen mukaan merkittävimmät ympäristöongelmat Keski-Suomessa ovat vesistöjen rehevöityminen, ilmastonmuutos ja maaperän ja vesivarojen paikallinen pilaantuminen. Vesistöjä rehevöittävät eniten maatalous ja yhdyskunnat. Yksittäisistä toiminnoista eniten rehevöitymistä edistävät peltoviljely sekä haja- ja loma-asutus. Toiseksi merkittävimpänä pidettyä ongelmaa, ilmastonmuutosta, kiihdyttävät eniten liikenne, yhdyskunnat ja teollisuus. Maaperän ja vesivarojen paikallinen pilaantuminen aiheutuu pääosin teollisuudesta, mutta myös liikenteen ja maatalouden osuudet ovat huomattavia. Ympäristöhaittojen toimintokohtainen kokonaisvertailu osoittaa, että teollisuus rasittaa ympäristöä eniten. Lähes yhtä paljon haittoja aiheutuu liikenteestä ja yhdyskuntien toiminnasta.</p> <p>Keski-Suomen ympäristöanalyysissa ympäristöongelmien kenttää on lähestytty kokonaisvaltaisesti, mikä mahdollistaa maakunnan ympäristöongelmien ja niiden syiden monipuolisen vertailun. Työ tarjoaa hyvän taustan alueelliseen ympäristösuunnitteluun ja päätöksentekoon.</p>			
Asiasanat				
Rahoittaja/ toimeksiantaja	Keski-Suomen ympäristökeskus			
	ISBN 978-952-11-3296-4(nid.)	ISBN 978-952-11-3297-1 (PDF)	ISSN 1796-1890 (pain.)	ISSN 1796-1904 (verkkoj.)
	Sivuja 90	Kieli suomi	Luottamuksellisuus julkinen	Hinta (sis.alv 8 %)
Julkaisun myynti/ jakaja	Keski-Suomen ympäristökeskus			
Julkaisun kustantaja	Keski-Suomen ympäristökeskus			
Painopaikka ja -aika	Edita Prima Oy, Helsinki 2008			



Tiedämme, että liikenteen päästöt edistävät ilmastonmuutosta.  
Maatalouden yhdistämme vesistöjen rehevöitymiseen, mutta sen osuutta  
ilmastomuutoksen aiheuttajana emme osaa helposti arvioida. Entä onko  
liikenne suurempi riski luonnon monimuotoisuudelle kuin teollisuus?  
Vai onko metsätalous sittenkin merkittävin monimuotoisuutta  
alentava tekijä?

Näitä ympäristöongelmien ja maakunnan kuormittavien toimintojen välisiä  
yhteyksiä selvitettiin Keski-Suomen alueellisessa ympäristöanalyysissä.  
Työ kuvaa Keski-Suomen ympäristökuormitusta ja sen aiheuttamaa  
ongelmakenttää 2000-luvun alussa. Tämä raportti on tarkoitettu  
ympäristösuunnittelun ja ympäristöä koskevan päätöksenteon  
tukiaineistoksi. Sen päästötiedon inventaario-osasta löytyy yksityiskohtaista  
tietoa ja arvioita maakunnan päästöistä. Raportin loppuosassa esitetyistä  
vaikutusarvioinnin tuloksista voidaan etsiä vastausta siihen, mitkä ovat  
ympäristötavoitteiden saavuttamisen kannalta keskeisimmät ongelmat.



KESKI-SUOMEN  
YMPÄRISTÖKESKUS

ISBN 978-952-11-3207-0 (nid.)

ISBN 978-952-11-3208-7 (PDF)

ISSN 1796-1890 (pain.)

ISSN 1796-1904 (verkkokj.)